UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

LEANDRO KEY HIGUCHI YANAZE

Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de
competências transversais para a inovação em engenharia

São Paulo
2015

LEANDRO KEY HIGUCHI YANAZE

Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de
competências transversais para a inovação em engenharia

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Sistemas Eletrônicos

Orientadora: Roseli de Deus Lopes

São Paulo

2015

Autorizo a reprodução total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de sua orientadora.

São Paulo, 18 de julho de 2015.

Assinatura do autor

Assinatura da orientadora

Catálogo-na-publicação

Yanaze, Leandro Key Higuchi

Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de competências transversais para a inovação em engenharia / L.K.H. Yanaze. -- versão corr. -- São Paulo, 2015.

162 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos.

1.Educação em engenharia 2. Aprendizagem ativa 3. Competências transversais 4. Inovação 5. Tecno-pedagogia 6. Ambientes Tecno-pedagógicos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos II.t.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: YANAZE, Leandro Key Higuchi

Título: Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de competências transversais para a inovação em engenharia.

Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Sistemas Eletrônicos

Aprovado em: 25/05/2015

Banca Examinadora

Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes (orientadora)
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Brasil

Prof. Dr. José Aquiles Baesso Grimoni
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Brasil

Prof. Dr. José Roberto Cardoso
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), Brasil

Profa. Dra. Irene Karaguilla Ficheman
Externo

Prof. Dr. David Antoine Delaine
Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, retribuindo pelo seu apoio,
carinho e incentivo aos meus sonhos e realizações.

AGRADECIMENTOS

À professora Roseli de Deus Lopes, pelos votos de confiança e incentivo essenciais para eu acreditar na importância da formação transdisciplinar. Suas orientações, indagações e inquietações foram estímulos imprescindíveis para que todas as etapas deste trabalho fossem percorridos com dedicação e mentalidade de pesquisa.

Aos professores Osvaldo S. Nakao e José Aquiles B. Grimoni pelas orientações e palavras de sabedoria proferidas na qualificação e que redirecionaram este estudo em direção a objetivos muito mais relevantes e focados.

Aos colegas do Poli-Edu, grupo de pesquisa em educação em engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, destacando os colegas pesquisadores Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes, Prof. Dr. José Aquiles B. Grimoni, Prof. Dr. Eduardo Zancul, David Delaine, Adriana Depieri, Danilo Leite Dalmon, Luciana Guidon Coelho e Maria Alice Gonzales, todos muito comprometidos na discussão sobre a educação em engenharia. Nossas reuniões semanais foram forte incentivo e contribuíram enormemente no desenvolvimento desta tese.

Ao Prof. Dr. Eduardo Zancul pelo convite e apoio na participação tanto da experiência com a disciplina global ME310 da Universidade de Stanford quanto da possibilidade de participar do planejamento, implementação e avaliação da inovadora, reconhecida e premiada disciplina da Escola Politécnica da USP, a 030-3410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos.

Aos colegas e companheiros de viagem à Universidade de Stanford Prof. Dr. Eduardo Zancul, Prof. Dr. André Fleury, Prof. Dr. Davi Nakano, Maria Alice Gonzales, Amanda Mota, Guilherme Kok, Luiz Durão, Rodrigo Monteiro, todos os

alunos, TAs e professores da Universidade de Stanford que nos acolheram e a todos os profissionais da EMBRAER envolvidos nesta parceria. A convivência com vocês foi muito inspiradora e incentivou o desenvolvimento de uma parte essencial deste trabalho.

Aos alunos das duas edições da disciplina 030-3410 por permitir a participação e observação deste pesquisador, respondendo com dedicação e paciência às pesquisas e mostrando que os pressupostos desta tese podem ser aplicados na prática.

Ao Centro Interdisciplinar de Tecnologias Interativas da Universidade de São Paulo (CITI-USP), pelo acolhimento em sua estrutura e convivência com pesquisadores de altíssimo nível que serviram de muito incentivo para esta pesquisa. Além dos coordenadores, Prof. Dr. Marcelo Zuffo e Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes, destaco os pesquisadores Irene Ficheman, Marcelo Archanjo, Alexandro Martinazzo, Leandro Biazon, Arthur Barcellos, Erich Lotto, Fábio Durant, lembrando do apoio imprescindível da Cássia Salomão, Maria Francesca, Márcia Almeida e Sabrina Lindenbach.

Ao InovaLab@POLI, pelo exemplo de estrutura e apoio à inovação na educação em engenharia e por todas as oportunidades que abre para a criatividade e exploração dos futuros engenheiros.

Aos funcionários e docentes da Escola Politécnica da USP, a reconhecida POLI, pela atenção e orientações fornecidas.

Aos professores e colegas da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo e Universidade Metodista de São Paulo, pelas trocas e palavras de incentivo na prática da docência.

Aos amigos e irmãos de fé que me suportaram em oração e com palavras de afeto e apoio nesta etapa e em toda a jornada da minha vida. Viver em Corpo com vocês é o que me permite continuar vivendo no bom Caminho.

À minha querida família, em especial ao exemplo de vida dos meus pais Mitsuru e Luri pela sua integridade, dedicação e excelência na prática docente e autenticidade de seus valores morais cristãos; minha irmã, mesmo sendo a “ovelha negra” da família, preferindo seguir carreira como uma rica executiva ao invés da difícil vida de professor, e ao meu cunhado Gustavo pela alegria que traz à nossa família.

À minha mais importante companheira e queridíssima esposa Priscila, por se juntar em meus sonhos e decidir caminhar comigo, dividindo alegrias e desafios, me ensinando a amar e ser amado incondicionalmente e me auxiliando a crescer na prática da verdade da Palavra. Acordar a cada manhã, dar cada passo, teclar cada letra deste trabalho... tudo, até o final da minha vida, foi e será feito com você, por você e para você.

Por fim, meu principal agradecimento é para Deus, que, além de possibilitar que eu encontrasse e me relacionasse com todos os nomes aqui citados, é o motivo e motivação para tudo o que eu faço. Ele me define, me molda, me direciona, me inspira e me impulsiona. Louvado seja Seu nome para sempre!

RESUMO

YANAZE, Leandro Key Higuchi Yanaze. Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de competências transversais para a inovação em engenharia. 2015. 162 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Muito se fala na crescente velocidade de inovações tecnológicas que se apresenta ao mundo e que vai se acelerando. Antes, gerações se passavam para termos uma evolução tecnológica. Hoje, uma mesma geração presencia vários saltos tecnológicos. Neste contexto de inovações frequentes, surge a preocupação sobre como formar um profissional responsável, ético e que consiga acompanhar e ser protagonista de tais mudanças. O trabalho desenvolvido nesta tese busca colaborar na discussão sobre a formação do engenheiro, com foco na engenharia elétrica e de computação, revisitando as definições de conceitos como educação em engenharia, aprendizagem ativa, inovação, *Design Thinking* e competências transversais, e definindo, como contribuição de pesquisa, os conceitos de tecno-pedagogia e ambientes tecno-pedagógicos, como pressuposto de convergência de estruturas tecnológicas, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação em aprendizagem ativa para a inovação. Apresenta um método para identificar e quantificar o grau de ênfase das competências transversais para a inovação a partir da demanda de mercado para engenheiros eletricitas e da computação; e um método de observação, coleta e análise de dados sobre o desenvolvimento de competências transversais na participação em duas experiências de aula: na disciplina global ME310 da Universidade de Stanford; e na disciplina 030-3410 da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Com isso, foi possível elaborar um método para auxiliar no planejamento de disciplinas e cursos com foco em inovação, identificando as competências transversais que devem ser incentivadas e relacionando tais competências com estratégias de ensino e aprendizagem e sugerindo a estrutura tecnológica e método de avaliação a serem adotados.

Palavras-chave: Educação em Engenharia; Aprendizagem ativa; Competências Transversais; Inovação; Tecno-pedagogia; Ambientes Tecno-pedagógicos.

ABSTRACT

YANAZE, Leandro Key Higuchi Yanaze. Techno-pedagogical environments for the development of transversal competencies for innovation in engineering. 2015. 162 s. Thesis (Ph.D.) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

Much is said of the increasing speed of technological innovations within our global economy. Previously, generations passed before technological evolution would show its effects. Today, the same generation witnesses several technological leaps. In this context of frequent innovations, there is a concern about how to form responsible and ethical professionals who can be protagonist within such changes. This thesis aims to aid in the discussion about the formation of engineers, focusing on electrical and computer engineering, revisiting the definitions of concepts such as engineering education, active learning, innovation, design thinking and soft skills, and setting. As a research contribution, the concept of techno-pedagogy and techno-pedagogical environments are presented, as an assumption that converges upon technological structures, teaching strategies and assessment methods in active learning for innovation. A method is presented to identify and quantify the degree of emphasis of market demand of soft skills for innovation for electrical and computer engineers which includes; a method of observation, analysis and data collection on the development of transversal competences by participating in two class experience: in the global ME310 course of Stanford University; and in the 030-3410 course of the Polytechnic School of the University of São Paulo. A method to assist in planning courses focusing on innovation is developed, identifying the transversal competences that should be encouraged and relating these skills with teaching strategies and suggesting the technological structure and assessment methods to be adopted.

Keywords: Engineering Education; Active Learning; Transversal Competencies; Innovation; Techno-pedagogy; Techno-pedagogical Environments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo da estrutura do Sistema de Inovação Organizacional	37
Figura 2 – Matriz de relacionamento entre estratégias pedagógicas e avaliação de competências	60
Figura 3 – Matriz de relacionamento entre estratégias pedagógicas e estruturas tecnológicas	61
Figura 4 – Exemplo de anúncio extraído do IEEE Job Sites e destaque da análise.....	66
Figura 5 - Infográfico da rede global de parcerias da ME310 e SUGAR 2013-2014	72
Figura 6 – Processo de desenvolvimento de produtos da ME310	73
Figura 7 – Metodologia de Processo cíclico de desenvolvimento de produtos da ME310	74
Figura 8 – Missões de entregas e prototipagem da disciplina 030-3410.....	78
Figura 9 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410	81
Figura 10 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410	81
Figura 11 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410	82
Figura 12 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410	82
Figura 13 – Distribuição das notas das avaliações das AULAS EXPOSITIVAS da disciplina 030-3410.....	84
Figura 14 – Distribuição das notas das avaliações da APRENDIZAGEM POR PROJETO da disciplina 030-3410.....	84
Figura 15 – Distribuição das notas das avaliações das MISSÕES da disciplina 030-3410	85
Figura 16 – Distribuição das notas das avaliações dos CICLOS DE PROTOTIPAGEM da disciplina 030-3410.....	85
Figura 17 – Distribuição das notas das avaliações do TRABALHO EM EQUIPE MULTIDISCIPLINAR da disciplina 030-3410.....	86

Figura 18 – Distribuição das notas das avaliações da ASSESSORIA PRESENCIAL da disciplina 030-3410.....	86
Figura 19 – Distribuição das notas das avaliações da ASSESSORIA REMOTA da disciplina 030-3410.....	87
Figura 20 – Distribuição das notas das avaliações da utilização das REDES SOCIAIS da disciplina 030-3410	87
Figura 21 – Distribuição das notas das avaliações da UTILIZAÇÃO DO AVA da disciplina 030-3410	88
Figura 22 – Distribuição das notas das avaliações da CLAREZA DO BRIEFING do cliente.....	90
Figura 23 – Distribuição das notas das avaliações do ACESSO E DISPONIBILIDADE do cliente.....	90
Figura 24 – Distribuição das notas das avaliações da DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO (CONTATO POR TELEFONE) do cliente.....	91
Figura 25 – Distribuição das notas das avaliações da DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO (REUNIÃO) do cliente.....	91
Figura 26 – Distribuição das notas das avaliações do ENGAJAMENTO DO CLIENTE.....	92
Figura 27 – Percepção de desenvolvimento de competências antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)	94
Figura 28 – Auto-percepção sobre a capacidade em desenvolver um produto antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)	97
Figura 29 – Auto-percepção sobre a intenção em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	97
Figura 30 – Distribuição do grau de probabilidade de recomendação da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Total de concluintes nos cursos de Engenharia, Brasil e Região, 2000-2013.....	19
Tabela 2 – Total de anúncios e anúncios com a tag “ <i>innovation</i> ”, por categoria	65
Tabela 3 – Citação de competências técnicas e transversais nos anúncios com tag “ <i>innovation</i> ” da categoria <i>Engineering</i>	67
Tabela 4 – Quantidade de anúncios com tag “ <i>innovation</i> ” da categoria <i>Engineering</i> pelo número de competências transversais citadas.....	67
Tabela 5 – Identificação e quantificação das competências transversais encontradas nos anúncios com tag “ <i>innovation</i> ” da categoria <i>Engineering</i> que citam competências transversais	68
Tabela 6 – Avaliação das estruturas tecnológicas da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	80
Tabela 7 – Avaliação das estratégias Pedagógicas da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	83
Tabela 8 – Avaliação do relacionamento com o cliente na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	89
Tabela 9 – Avaliação da percepção dos alunos do grau de desenvolvimento das competências transversais antes e depois da disciplina 030-3410 / (1º e 2º semestres).....	93
Tabela 10 – Matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres).....	95
Tabela 11 – Auto avaliação sobre habilidade e carreira em desenvolvimento de produtos na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)	96
Tabela 12 – Grau probabilidade dos alunos recomendarem a disciplina 030-3410 para outros alunos /1º sem	98
Tabela 13 – Normalização da porcentagem das competências transversais identificadas e quantificadas a partir da demanda de mercado	101
Tabela 14 – Relação das competências do ENADE para Engenharia Elétrica e Estudo de competências a partir da demanda do mercado	102

Tabela 15 – Relação das competências do ENADE para Engenharia	
Elétrica e competências monitoradas na disciplina 030-3410.....	104
Tabela 16 – Cálculo dos quartis das amostras das médias da contribuição das estratégias pedagógicas em relação ao desenvolvimento das competências transversais avaliadas	105
Tabela 17 – Relação das competências e estratégias monitoradas na disciplina 030-3410 / 1º sem	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas ou Projetos

ACM – *Association for Computing Machinery*

AOP – Aprendizagem Orientada a Projetos

AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem

CAD – *Computer Aided-Design* (Projeto Auxiliado por Computador)

CAPES/MEC – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
do Ministério da Educação

CEACOM – Centro de Estudos de Avaliação e Mensuração em Comunicação e
Marketing da ECA-USP

CMS – *Content Management System* (sistema de gerenciamento de conteúdo)

CNC – *Computer Numeric Control* (sistema de controle computadorizado de
máquinas)

COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

DCBL – *Design Challenge Based Learning* (aprendizagem baseada em desafios
de projeto)

EAD – Educação À Distância

ECA-USP – Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo

EHEA – *European Higher Educational Area*

EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

EUR-ACE – *Accreditation of European Engineering Programmes and Graduates*

FAU-USP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

FEA-USP – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da
Universidade de São Paulo

HTML - *HyperText Markup Language* (*Linguagem de Marcação de Hipertexto*, a
linguagem usual da Internet que é compilada pelos navegadores)

IEEE – *Institute of Electrical and Electronics Engineers*

LAME – Laboratório de Modelos e Ensaio da FAU-USP

LMS – *Learning Management System* (sistema de gerenciamento de
aprendizagem)

LTI – *Learning Tools Interoperability* (interoperabilidade entre ferramentas de
aprendizagem, protocolo digital para padronizar e integrar aplicativos de

aprendizagem que são hospedados em *websites* com os AVAs e LMSs mais utilizados).

NAP – Núcleo de Apoio à Pesquisa

NAP-CITI – Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas (faz parte do programa de NAPs da Pró-Reitoria de Pesquisa da USP)

NAO-OIC – Observatório de Inovação e Competitividade (faz parte do programa NAPs da Pró-Reitoria de Pesquisa da USP)

ORSH – *One Room School House*

PBL – *Problem-Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Problemas)

PJBL – *Project-Based Learning* (Aprendizagem Baseada em Projetos)

STEM – *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (campo das disciplinas envolvendo ciências, tecnologia, engenharia e matemática)

STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* (campo das disciplinas envolvendo ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática)

SUGAR – *Stanford University Global Alliance for Re-design*

UICEE – *UNESCO International Center for Engineering Education*

URL – *Uniform Resource Locator* (Localizador Padrão de Recursos, endereço de rede no qual se encontra algum recurso informático)

VLE – *Virtual Learning Environment*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. Questão norteadora.....	20
1.2. Objetivo geral.....	20
1.3. Objetivos específicos	20
1.4. Justificativa.....	21
1.5. Métodos de pesquisa	22
1.6. Organização da tese.....	23
2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS E REVISÃO DA LITERATURA	25
2.1. Educação em engenharia.....	25
2.1.1. Abordagens de educação	26
2.1.2. Aprendizagem Ativa.....	33
2.2. Inovação	36
2.2.1. Design Thinking	38
2.3. Competências transversais	41
2.4. Considerações do capítulo	47
3. CONCEITO DE AMBIENTE TECNO-PEDAGÓGICO	48
3.1. Tecno-pedagogia	48
3.2. Ambientes tecno-pedagógicos.....	50
3.2.1. Estrutura tecnológica	51
3.2.2. Estratégias pedagógicas.....	54
3.2.3. Métodos de avaliação em aprendizagem ativa.....	58
3.3. Considerações do capítulo	60
4. METODOLOGIA DE PESQUISA E RESULTADOS	62
4.1. Competências transversais a partir da demanda de mercado	62
4.1.1. Processos de coleta de dados	63
4.1.2. Análise de dados e resultados	64
4.2. Competências transversais na prática tecno-pedagógica.....	70
4.2.1. Parceria com a Universidade de Stanford através da disciplina ME310	70
4.2.2. Conceito da disciplina 030-3410 – EPUSP	75
4.3. Considerações do capítulo	99

5. REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES	100
5.1. Desenvolvimento de competências transversais para a inovação em educação em engenharia	100
5.2. Matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem.....	103
5.3. Considerações do capítulo	107
6. CONCLUSÃO.....	109
6.1. Contribuições científicas	109
6.2. Trabalhos futuros	110
6.3. Considerações finais.....	111
REFERÊNCIAS.....	113
APÊNDICE A – Exemplos de fichamentos para revisão bibliográfica com atribuição de pesos e notas.....	119
APÊNDICE B – Tabulação da análise dos anúncios do IEEE Job Site.....	136
APÊNDICE C – Tradução dos termos pesquisados no IEEE Job Sites.....	153
APÊNDICE D – Questionário aplicado na disciplina 030-3410 (1º semestre de 2014)	154
APÊNDICE E – Questionário aplicado na disciplina 030-3410 (2º semestre de 2014)	158

1. INTRODUÇÃO

Muitos sociólogos e filósofos tratam a contemporaneidade como a sociedade da informação ou do conhecimento onde presenciamos grandes transformações tecnológicas. O sociólogo Manuel Castells, pesquisador alinhado com o impacto das tecnologias digitais, defende que a nova geração será totalmente impactada pela tecnologia. Isso porque o mundo assiste ao

surgimento de uma nova estrutura social, manifestada sob várias formas conforme a diversidade de culturas e instituições em todo o planeta. Essa nova estrutura social está associada ao surgimento de um novo modo de desenvolvimento, o informacionalismo. (CASTELLS, 1999, p. 32 e 33)

A importância das novas possibilidades se dá pelo fato das inovações tecnológicas oferecerem o contexto para o surgimento de novos tipos de relações e ações humanas, incluindo as manifestações artísticas, políticas econômicas e sociais. E todas essas ações são permeadas pela informação digitalizada e disseminada em rede.

Como defende o Prof. João Antônio Zuffo,

o gigantesco entrelaçamento da rede de comunicações mundial, em particular da teia de Âmbito Mundial (*Wide World Web*), está permitindo, e permitirá mais ainda, uma razão de circulação de informações e de conhecimento sem precedentes, apenas limitada pela capacidade do cérebro humano em absorver a avalanche inovadora. Desse universo participativo emergirão miríades de novidades e inovações, gerando um ambiente social turbulento e fervilhante de ações temerárias, de iniciativas arrojadas, de produtos mirabolantes e de fracassos retumbantes (ZUFFO, 2004, p. XVII e XVIII).

Já estamos vivenciando este momento de transformações e inovações em acelerado e frenético desenvolvimento. Junto com as evoluções tecnológicas, o contexto da sociedade também se modifica. Com isso, existe a demanda de novas competências por parte de todos os agentes dessa sociedade, sendo necessário repensar o processo de formação dos nossos profissionais para que estejam preparados de forma integral para serem protagonistas na inovação.

Sobretudo para o engenheiro, que é em grande parte responsável pelo desenvolvimento e implementação das tecnologias, as mudanças de mercado o

conduzem para uma atuação constante voltada para a inovação e, portanto, a sua formação deve ser focada em pressupostos para a inovação.

Assim, a discussão sobre educação em engenharia é de alta relevância para incentivar a mudança necessária do ensino e aprendizagem e auxiliando em seu direcionamento para a inovação. Segundo o relatório Engenharia Data (OBSERVATÓRIO DA INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE, 2013), existe um crescimento relativo de engenheiros formados no Brasil, demonstrando a importância de aprofundar na discussão sobre educação em engenharia, como demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 - Total de concluintes nos cursos de Engenharia, Brasil e Região, 2000-2013.

ANO	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
2000	17.740	509	1.673	11.934	2.909	715
2001	17.884	614	1.893	11.667	3.064	646
2002	19.678	723	2.122	12.562	3.473	798
2003	21.748	903	2.497	13.242	4.210	896
2004	23.705	1.011	2.669	14.836	3.962	1.227
2005	26.529	1.253	2.995	16.116	4.760	1.405
2006	30.149	1.516	3.203	18.354	5.242	1.834
2007	31.903	1.389	3.509	19.608	5.538	1.859
2008	32.143	1.471	3.503	19.360	5.996	1.813
2009	37.518	1.616	4.493	22.632	7.165	1.612
2010	41.105	1.666	4.540	25.673	7.162	2.064
2011	44.491	1.778	5.053	27.057	8.152	2.451
2012	54.173	2.342	5.946	34.516	8.584	2.785
2013	59.798	2.809	6.580	37.539	9.517	3.353

Fonte: Censo do Ensino Superior, Inep, 2000-2013. Elaboração: Observatório da Inovação e Competitividade

Pode-se observar que entre 2000 e 2013 houve um aumento de 3,3 vezes no número de concluintes nos cursos de Engenharia no Brasil e que em todas as regiões do país a proporção de crescimento foi semelhante. No mesmo período de 2000 a 2013, segundo dados do IBGE, a população brasileira cresceu 16%. Mas quantidade não garante qualidade. Que tipo de engenheiros estão sendo formados? Será que estão preparados para atuar no mundo atual?

Esta tese, com o título “Ambientes tecno-pedagógicos para o desenvolvimento de competências transversais para a inovação em engenharia”,

propõe o aprofundamento na discussão sobre a educação em engenharia a partir de um olhar multidisciplinar do autor, através de definições e conceituações que auxiliem a convergência de aspectos pedagógicos, comunicacionais e tecnológicos.

Esta pesquisa faz parte das discussões promovidas pelo Poli-Edu, grupo de pesquisa de educação em/para engenharia, que está em fase de formalização na Escola Politécnica da USP.

1.1. Questão norteadora

Para conduzir as definições, pesquisas e proposições desta tese, foi elaborada a seguinte questão que foi lembrada em todos os momentos:

“No contexto de produção tecnológica em que vivemos, como identificar as oportunidades de desenvolvimento de competências em disciplinas de Engenharia Elétrica com foco em inovação?”

1.2. Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é propor a base de um processo de planejamento e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos voltados ao desenvolvimento de competências transversais para a inovação em disciplinas e cursos de engenharia, em especial, engenharia elétrica e da computação.

1.3. Objetivos específicos

Esta tese tem como objetivos específicos:

- identificar e propor definições de educação em engenharia, aprendizagem ativa, inovação, *Design Thinking*, competências transversais, tecno-pedagogia e ambientes tecno-pedagógicos;
- levantar o estado da arte sobre ambientes tecno-pedagógicos através dos seus eixos:
 - estrutura tecnológica,
 - estratégias pedagógicas,
 - métodos de avaliação.
- adaptar um método de análise de competências transversais a partir da demanda de mercado para o engenheiro, com foco em inovação;

- observar e avaliar um ambiente tecno-pedagógico (estrutura tecnológica e estratégias pedagógicas integradas) para a promoção da aprendizagem ativa em Engenharia;
- desenvolver um método de planejamento e avaliação de disciplinas e cursos de engenharia, considerando a implementação de ambientes tecno-pedagógicos para a inovação;
- publicar e disseminar as contribuições científicas e tecnológicas obtidas a partir do trabalho.

1.4. Justificativa

Grande parte dos casos das propostas educacionais tratam do incremento das variáveis quantitativas que compõem o seu complexo contexto de gestão. É essencial que se planeje e gerencie com prioridade e competência os “números da educação”, como: quantidade de escolas, quantidade de alunos por classe/professor, quantidade de horas/aula no currículo escolar, salário dos professores, investimentos em infraestrutura, índice de analfabetismo funcional etc. São números que precisam ser constantemente considerados na remodelação das políticas públicas educacionais.

Mas o quantitativo só é relevante quando corrobora com o crescimento qualitativo da educação. E a avaliação da qualidade é, muitas vezes, considerada subjetiva e, portanto, questionável. Mas é essencial que a preocupação qualitativa pautе as decisões e ações voltadas a aprendizagem, a começar pelo papel do pesquisador, professor e divulgador de conhecimento e inovação. Mas como pensar na qualidade do processo de aprendizagem?

A qualidade do processo educacional pode ser avaliado, em grande parte, pela promoção do engajamento do educando com o conhecimento e competências que são aprimoradas. O conceito de aprendizagem ativa considera tal processo ao buscar apresentar um modelo estimulante, autoral e significativo de educação. Tal filosofia educacional já é defendida há séculos, como vemos em um dito atribuído ao filósofo chinês Confúcio:

“O que eu ouço, esqueço. O que eu vejo, lembro. O que eu faço, aprendo.”

Para esta tese é primordial considerar este conceito de aprendizagem ativa, onde o educando é o foco do processo. A aprendizagem ativa é uma filosofia de

ensino e aprendizagem onde o professor assume o papel de facilitador (ou desafiador) para que o aluno seja autor e protagonista do seu processo de aquisição de conhecimento e de desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes.

Uma abordagem para tornar a aprendizagem ativa mais aplicável está nas iniciativas dos laboratórios de fabricação digital voltados para a educação, onde professores e alunos têm acesso a uma infraestrutura de máquinas, *hardwares* e *softwares* que possibilitam a autoria de soluções tecnológicas. Em tal ambiente tecnológico, os limites para a inovação são a criatividade e as competências necessárias. Enquanto a criatividade se torna a grande premissa do engajamento e autoria no processo inovador, as competências necessárias a serem adquiridas resultam na aprendizagem ativa, onde o aluno estará potencialmente mais estimulado a adquirir mais conhecimento das diversas áreas e disciplinas para conseguir alcançar as soluções que ele mesmo planejou criativamente.

Assim, aponta-se para um contexto aplicado onde ambientes tecnológicos e aprendizagem ativa são sinérgicos, aplicando o conceito de “tecno-pedagogia”, termo que está sendo desenvolvido pelo autor desta tese justamente para identificar os impactos das tecnologias na formação dos nativos digitais.

É necessário pontuar que esta tese é apresentada dentro do programa de Pós-Graduação da Engenharia Elétrica da EPUSP e que, portanto, tem foco na educação em engenharia elétrica, mas que se baseia em experiências multidisciplinares, envolvendo estruturas tecnológicas, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação abrangentes e pertinentes ao planejamento de cursos de engenharia de forma ampla. Assim, optou-se por deixar o título aberto à educação em todas as engenharias, com a ressalva de que são também exploradas neste trabalho particularidades no contexto da educação da engenharia elétrica.

1.5. Métodos de pesquisa

Esta tese segue o método de pesquisa científica em que se formulou uma questão norteadora a partir da qual se definiu: os objetivos gerais e específicos; os conceitos a serem identificados, definidos e detalhados; a coleta de dados; e, a partir análise dos resultados, a proposta de um método que auxilia a responder a questão norteadora. Com isso, procura apresentar relevância e rigor científicos em sua proposta e estrutura.

A pesquisa bibliográfica teve foco na busca de definições e conceitos a partir do estado da arte em temas de relevância para a tese e foi realizada em bases de dados de alta relevância internacional como o IEEE Xplore¹, ACM Digital Library² e o Portal de Periódicos CAPES/MEC³.

Na coleta de dados, foram realizadas pesquisas secundárias com a análise de anúncios de oferta de emprego, pesquisas primárias aplicadas a alunos de graduação na disciplina acompanhada e observação em disciplinas de desenvolvimento para a inovação.

Para o desenvolvimento da metodologia de planejamento e avaliação de disciplinas e cursos de engenharia com foco em inovação, utilizou-se os dados coletados aplicando-os com abordagens utilizadas em estudos de relação.

1.6. Organização da tese

A presente tese estrutura-se em 5 capítulos: O capítulo 1, Introdução, apresenta a questão norteadora da tese, explicitando os seus objetivos e a sua estrutura.

O Capítulo 2, Conceitos fundamentais e revisão da literatura, apresenta o levantamento do estado da arte da literatura sobre os conceitos fundamentais desta tese com foco em temas transdisciplinares e que dão base para as pesquisas e propostas da tese.

O Capítulo 3, Conceito de ambiente tecno-pedagógico, apresenta a definição do autor sobre o pressuposto de convergência de espaços tecnológicos, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação em aprendizagem ativa, a partir do desenvolvimento do conceito de “tecno-pedagogia”.

O Capítulo 4, Metodologia de pesquisa e resultados, apresenta métodos de pesquisas elaborados e realizados para obter dados e apresentando os principais resultados obtidos que embasam a formulação do método de planejamento, implantação e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos.

O Capítulo 5, Reflexões e considerações, apresenta o método de planejamento e avaliação de disciplinas e cursos de engenharia com foco em

¹ Disponível em <<http://ieeexplore.ieee.org/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

² Disponível em <<http://dl.acm.org/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

³ Disponível em <<http://www.periodicos.capes.gov.br/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

inovação que se baseia nos dados coletados, contribuição aplicada para o conceito de ambiente tecno-pedagógico, foco desta tese.

Por fim, o Capítulo 6, Conclusão, apresenta as principais contribuições desta tese e abre para possibilidades de aprofundamento em trabalhos futuros.

2. CONCEITOS FUNDAMENTAIS E REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta o estado da arte da revisão da literatura sobre os conceitos focos desta tese. Está dividida em: 1) Educação em engenharia, onde são definidas as Abordagens de educação para fundamentar conceitualmente a Aprendizagem Ativa; 2) Inovação, onde se trabalha o conceito de inovação e a sua relevância para a engenharia, sobretudo sob os pressupostos do *Design Thinking*; 3) Competências transversais, para conceituar o que é competência e a sua importância na formação dos engenheiros.

Assim, este capítulo tenta cercar todos os temas chaves desta tese ao mesmo tempo em que faz costuras conceituais, propondo o conceito de ambientes tecno-pedagógicos que se constitui como principal contribuição inédita deste estudo.

2.1. Educação em engenharia

A Educação em Engenharia é uma área de pesquisa que surge, na prática, com o surgimento dos cursos formais de engenharia em todo o mundo, mas que passa por um processo de formalização nas últimas décadas. É importante citar que, mais do que uma área de pesquisa que busca refletir e inovar na forma de ensinar e aprender engenharia, também busca entender quais são os desafios presentes e futuros que deverão ser respondidos pelos engenheiros e, que portanto, devem ser foco da sua formação.

Diversas associações internacionais podem ser citadas como apoiadoras do desenvolvimento da Educação em Engenharia como área de pesquisa: European Society for Engineering Education⁴ (SEFI, pelo acrônimo em francês), American Society for Engineering Education⁵ (ASEE), International Federation of Engineering Education Societies⁶ (IFEES), International Society of Engineering Pedagogy⁷ (IGIP, do acrônimo em alemão), entre outras.

Uma demonstração da importância crescente de uma área de pesquisa específica em Educação em Engenharia no Brasil está no crescimento dos

⁴ Mais informações disponíveis em <<http://www.sefi.be/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

⁵ Mais informações disponíveis em <<http://www.asee.org/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

⁶ Mais informações disponíveis em <<http://www.ifees.net/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

⁷ Mais informações disponíveis em <<http://www.igip.org/igip/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

associados da ABENGE⁸ e consequentemente o aumento de participações no seu congresso anual COBENGE, na qual o autor desta tese teve a oportunidade de participar, em 2014 com a apresentação de pôster e aceite de artigo.

Na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), está sendo formalizado o grupo de pesquisa Poli-Edu, na qual o autor desta tese tem participado de forma ativa. O grupo Poli-Edu conta com a participação de professores e pesquisadores da escola e tem fomentado discussões e reflexões sobre a educação na engenharia, além de promover as trocas de informações e fontes bibliográficas auxiliando as pesquisas individuais (caso desta tese) e despontando oportunidades de trabalhos em conjunto como é o caso da série de materiais no portal Porvir⁹ e artigos conjuntos. Como exemplo de artigo conjunto, cita-se o artigo “Comunidade de especialistas como referência para superar os desafios acadêmicos na criação de um grupo de pesquisas em educação em engenharia” apresentado no COBENGE 2014 – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia de 2014, Juiz de Fora, MG – (DELAINE et al., 2014), que descreve em detalhes o surgimento e proposta do Poli-Edu.

Apesar de contar com tantas instituições suportando a pesquisa e a disseminação das práticas em educação em engenharia, no Brasil e, principalmente, na Escola Politécnica da USP, a pesquisa em educação em engenharia está em fase inicial de consolidação. Portanto, ao se tratar de práticas de educação em engenharia, se faz necessário fazer uma reflexão sobre abordagens de educação para, então, tratar sobre aprendizagem ativa como o principal paradigma da educação em engenharia.

2.1.1. Abordagens de educação

As abordagens de educação é a relação estabelecida entre o educador, o educando e o conteúdo de aprendizagem. Dependendo da abordagem adotada, são definidas as estratégias de ensino e aprendizagem, didática, objetivos específicos, materiais, infraestrutura e métodos de avaliação. Segundo Mizukami (1986), é possível identificar as seguintes abordagens no sistema formal de educação:

⁸ Mais informações disponíveis em <<http://abenge.org.br/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

⁹ Disponível em <www.porvir.org>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

Abordagem Tradicional

Abordagem mais disseminada a partir da era industrial onde o foco está na atuação do educador que, como modelo, tem a responsabilidade de conduzir o educando a ter contato com o conhecimento previamente adquirido pela humanidade e capacitá-lo a reproduzir este conhecimento. Nesta abordagem o centro do processo educacional está no professor, ou seja, na sua competência em transmitir o conteúdo educacional e em sua avaliação sobre a capacidade de absorção e replicação deste conhecimento por parte de seus alunos.

Esta abordagem pode condicionar o educando a uma atitude passiva em relação ao conhecimento pois tende a incentivar o acúmulo de informações e memorização de leis, definições, sínteses e modelos sem envolver explicitamente a sua criatividade e a sua consequente motivação para a construção ativa de hipóteses, conexões, experimento e descoberta.

A relação entre educador e educando é verticalizada, pois o professor tem todo o poder decisório sobre o conteúdo das aulas, a metodologia de ensino e aprendizagem, a avaliação de desempenho e as interações em aula, normalmente caracterizada pelo modelo expositivo (o que reforça ainda mais esta verticalização). Nesta relação, o professor é o único mediador entre os alunos e todos os modelos culturais. Sendo o único agente mediador, o foco recai sobre si. Com tanta responsabilidade e centralização, dificilmente o professor consegue individualizar o atendimento aos alunos tendo somente a avaliação objetiva (que visa verificar a exatidão da reprodução do conteúdo exposto em sala de aula) para analisar a assimilação dos modelos apresentados.

Neste sentido, a prova, exame, chamada oral, lista de exercícios entre outros instrumentos de avaliação, se tornam um fim em si mesmos onde a nota final objetivamente e friamente determina o nível de aquisição de conhecimento, sem considerar processos, desenvolvimentos e outros elementos sociais a não ser a aquisição e assimilação de informações e modelos.

Abordagem Comportamentalista

Na abordagem comportamentalista, a construção do conhecimento por parte do aluno é o resultado direto da sua experiência com o conteúdo de aprendizagem. Nesta abordagem o foco está na modelagem de comportamento do aluno através de processos de recompensa e controle estabelecidos pelo professor. Através da

experimentação, observação, acertos e erros e recompensas e controle, o aluno pode ter sua base de conhecimento evoluída se, ao mesmo tempo em que adquire informações, também aumenta sua capacidade de autocontrole e autossuficiência sobre tais informações.

Dessa forma, a educação é o processo de desenvolvimento de comportamentos éticos, práticas sociais e habilidades básicas para a manipulação e controle de situações, ambientes e contextos. Assim, o conteúdo de aprendizagem deve responder às necessidades da própria sociedade na qual o aluno está inserido, pois é neste contexto que ele deve desenvolver o comportamento que leve ao seu autocontrole e conseqüente autossuficiência e emancipação.

Como esta abordagem defende que o processo educacional se define como a mudança e moldagem de comportamento através da experimentação, no ambiente formal de educação o foco deve ser em manter, conservar e modificar os padrões de comportamento dos alunos para que se desenvolvam de forma aceitável, útil e desejável para um determinado contexto social. Para que se garanta a contínua experimentação e, por tanto, contínuo processo de aprendizado, deve existir o planejamento de reforçadores imediatos (elogios, notas, prêmios, reconhecimentos, prestígios) e reforçadores generalizados (diplomas, aprovação de curso, ascensão social, *status*).

Assim, o professor deixa de ter o papel como mediador único entre os alunos e o conteúdo de aprendizagem e passa a ser considerado um engenheiro comportamental, já que deve assegurar o processo de aquisição de comportamento através do planejamento e desenvolvimento do sistema de aprendizagem pela experimentação do próprio aluno e pelas contingências de reforço. O professor deve elaborar um sistema em que conecte objetivos de aprendizagem, envolvimento do aluno, controle de contingências, *feedback* constante, apresentação de conteúdo e respeito ao ritmo individual de cada aluno.

A avaliação é ligada diretamente aos objetivos estabelecidos e deve considerar a realização de pré-testes, sendo realizada a cada passo e fornecendo dados para reforços dos próximos comportamentos. Os alunos devem ter sempre conhecimento dos resultados de seus comportamentos e serem avaliados também no final do processo, para confirmar se os comportamentos finais desejados foram adquiridos.

Abordagem Humanista

Na abordagem humanista, o foco está no processo de formação intelectual, pessoal, psicológica, emocional, interpessoal e social do aluno para que seja preparado a atuar na sociedade como pessoa integrada e auto realizada. O conhecimento é construído através da experiência pessoal e subjetiva e, portanto, o sujeito tem papel central e primordial na elaboração e criação do seu próprio conhecimento, pois se a realidade objetiva existe, o que importa é o que é percebido pelo sujeito.

Isto porque nesta abordagem se defende que o homem é a pessoa situada no mundo em processo contínuo de descoberta de seu próprio ser, ligando-se a outras pessoas e grupos. Considera-se que a realidade é um fenômeno subjetivo e que cada indivíduo reconstrói em si o mundo exterior. Sendo assim, a ênfase está no sujeito e o ambiente é uma das condições necessárias para o desenvolvimento individual. Não existem modelos prontos ou regras a seguir e o objetivo último é a auto realização, ou seja, o uso pleno de suas potencialidades e capacidades.

Assim, a educação adquire significado amplo, centrada na pessoa onde a sua finalidade primeira é criar condições que facilitem a aprendizagem do aluno e o objetivo básico é liberar a sua capacidade de autoaprendizagem para o seu desenvolvimento intelectual e emocional. Aqui se defende que tanto a autodescoberta quanto a autodeterminação e consequente automotivação são inerentes ao homem. Dessa forma, o professor não transmite conteúdo, mas dá assistência ao aluno e deve atuar como um facilitador, criando condições para o aluno aprender.

Abordagens Cognitivista (Cognitivismo construtivista)

A abordagem cognitivista é complementar ao modelo do cognitivismo construtivista e remete ao desenvolvimento da percepção de realidade do mundo e de construção de significados. O termo “cognitivista” se refere a psicólogos que investigam os “processos centrais” dificilmente observáveis, como organização do conhecimento, processamento de informações, estilo de pensamentos, comportamentos ligados às tomadas de decisões etc. Os principais representantes são John Dewey, Jean Piaget, Jerome Bruner e Lev Vygostky.

Na abordagem cognitivista, a educação se constitui num todo indissociável – intelectual e moral. O objetivo da educação é que o aluno aprenda a conquistar as verdades por si próprio e obter a autonomia intelectual, ou seja, instrumental e lógico-racional. A educação deve provocar nos alunos a busca por novas soluções, o máximo de exploração e estímulo a novas estratégias de compreensão da realidade.

O ensino deve priorizar as atividades do sujeito, se baseando no ensaio e erro, na pesquisa, na investigação, na solução de problemas por parte do aluno e não na aprendizagem de fórmulas, nomenclaturas ou definições. O ponto fundamental é o processo e não o produto, ou seja, o foco está em “aprender a aprender”. O ensino é a organização dos dados da experiência, de forma a promover um nível desejado de aprendizagem. O professor deve evitar a rotina, deve propor, provocar, desafiar e não dar respostas; orientar o aluno a ter autonomia e autocontrole, dominar o conteúdo de sua disciplina, assumir o papel de investigador e coordenador trabalhando de forma independente. O aluno tem papel essencialmente ativo: observar, experimentar, comparar, relacionar, analisar, justapor, compor, encaixar, levantar hipóteses, argumentar etc.

É importante salientar que não existe um modelo pedagógico piagetiano, mas sim, uma teoria de conhecimento, com diversas implicações, dentre as quais: a inteligência se constrói a partir da troca do indivíduo com o meio; a ação do indivíduo é o centro do processo; o fator social ou educacional constitui uma condição de desenvolvimento; o trabalho em equipe é decisivo; o ambiente deve ser desafiador e há grande importância no jogo (regras, estratégias etc.). Não há lugar para a avaliação tradicional como testes, provas, notas, exames etc. A avaliação deve ser realizada a partir de parâmetros da própria teoria, por exemplo, reproduções livres, com expressões próprias, relacionamentos, reprodução sob diferentes formas e ângulos, explicações práticas, explicações causais etc.

Abordagem Sociocultural

A abordagem sociocultural é também conhecida como interacionista, cujo foco está na relação homem-mundo, ou seja, sujeito-objeto, e onde o sujeito é o próprio elaborador e criador do seu conhecimento. A educação deve promover o próprio indivíduo pela consciência crítica e não simplesmente ajustá-lo à sociedade. No Brasil, encontramos Paulo Freire preocupado com a cultura popular (Movimento

de Cultura Popular – 1964). A educação, para ele, tem um caráter mais amplo e se constitui como um ato político.

Nesta abordagem, se considera que o homem é o sujeito da sua educação, sendo essencial que se tome consciência da realidade e da capacidade de transformá-la. A educação deve possibilitar que o indivíduo se constitua como sujeito capaz de transformar o mundo e se relacionar com outros indivíduos. Já que a educação deve ser base da relação do indivíduo com o seu contexto, nunca será neutra, pois sempre existirá um caráter político envolvido na formação do educando. Sendo palco da descoberta da relação homem-mundo, a escola é local de crescimento mútuo do professor e dos alunos, no processo de conscientização desta relação.

A educação deve ser problematizadora e conscientizadora, desenvolvendo a consciência crítica e a liberdade do indivíduo. O diálogo tem papel fundamental entre educador e educando, que são sujeitos de um processo em que crescem juntos, através da percepção crítica de como estão se vendo no mundo. A relação professor-aluno é horizontal e não é imposta, ou seja, deve haver diálogo, cooperação, união, organização e solução de problemas. O professor deve desmistificar e questionar, criar condições para que o aluno possa perceber as contradições da sociedade e dos grupos em que vive.

A avaliação só pode ocorrer dentro do contexto da auto-avaliação e da avaliação mútua e permanente da prática educativa por professor e alunos. A avaliação tradicional de notas e exames deixa de ter sentido, pois, neste processo proposto por Freire, tanto alunos quanto professores saberão quais suas dificuldades e progressos.

A estas abordagens citadas, Luckesi (1994) contribui com mais dois pressupostos de educação:

Abordagem Progressista Libertária

Nesta abordagem, a escola visa a transformação da personalidade e atitude dos alunos num sentido libertário e auto gestor através de: modificações institucionais na própria escola (assembleias, conselhos, eleições, associações, reuniões etc.) e criação de grupos com princípios educativos auto gestores (associações, grupos informais etc.).

Os conteúdos a serem trabalhados na escola são os que resultam de necessidades e interesses manifestos pelo grupo e não necessariamente as matérias de estudo. Estas são colocadas à disposição, mas não são exigidas sendo inseridas naturalmente ao longo do desenvolvimento dos alunos. A autogestão ocorre na vivência grupal e a autonomia se dá num crescente de contatos (aberturas, relações informais), organizações (discussões, cooperativas, assembleias), organização efetiva e execução do trabalho.

A relação professor-aluno é livre, recusando qualquer forma de poder ou autocontrole. O professor é catalisador e se mistura ao grupo para uma reflexão em comum tendo um papel de conselheiro, instrutor e monitor. Alguns pressupostos de aprendizagem são: motivação – interesse de crescer dentro da vivência grupal; aprendizagem informal – favorecer o desenvolvimento de pessoas mais livres; negação de toda forma de repressão; a avaliação de conteúdo não tem sentido, pois somente o vivido e experimentado é incorporado e utilizável em situações novas.

Abordagem Crítico-Social dos Conteúdos

Nesta abordagem, a escola tem o papel transformador e serve como uma das mediações em que o aluno, com a sua própria participação e com a intervenção do professor, passa de uma experiência inicial confusa e fragmentada para uma visão mais sintética, organizada e unificada. Ou seja, a escola deve preparar o aluno para o mundo adulto e suas contradições, através da aquisição de conteúdos e da socialização, para a democratização da sociedade.

Os conteúdos são culturais e universais, incorporados pela humanidade, constantemente reavaliados face às realidades sociais, com significação humana e social. Não devem estabelecer oposição entre cultura erudita e cultura popular, mas uma relação de continuidade – da experiência imediata e desorganizada para o conhecimento sistemático. Devem proporcionar elementos de análise crítica para ultrapassar a experiência, os estereótipos e as pressões da ideologia dominante.

Os métodos devem favorecer a correspondência dos conteúdos com os interesses dos alunos, unir teoria à prática, partindo da experiência do aluno e confrontando com os elementos novos trazidos de fora pelo professor. Neste sentido, aprender é processar informações e lidar com os estímulos do ambiente, ampliar a expectativa confusa e parcial do aluno para uma visão mais clara e

unificadora. A avaliação deve ser a comprovação para o aluno de seu progresso em direção a noções mais sistematizadas.

Cada vez mais se torna comum o termo “aprendizagem ativa” como novo paradigma nas discussões sobre educação. É importante ressaltar que este termo é a reunião de aspectos das diversas abordagens apresentadas juntando os melhores aspectos de todas as ideias desenvolvidas pelos educadores, psicólogos, filósofos e sociólogos que buscaram, cada um em sua visão de formação e educação, repensar o processo de formação do educando.

A aprendizagem ativa tem sido empregada para indicar as metodologias inovadoras de ensino e aprendizagem que focam em técnicas colaborativas de aprendizagem e aprendizagem com base em problemas/projetos, sendo especialmente citada em experiências de inovação da educação em engenharia. Assim, nesta tese, destaca-se a aprendizagem ativa como uma abordagem a ser compreendida de maneira mais detalhada.

2.1.2. Aprendizagem Ativa

Assimilando diversos aspectos das abordagens anteriores, esta tese destaca uma abordagem muito citada no estado da arte da educação em engenharia. A aprendizagem ativa é uma abordagem educacional que coloca o aluno no centro do seu processo de aprendizagem de maneira proativa e engajada, em contrapondo-se à abordagem tradicional de educação.

Sendo construída pelo próprio educando a partir das suas interações socioculturais, herdando as premissas da abordagem de educação sociocultural ou interacionista, é necessário que o educador proponha conteúdos e atividades que permitam que se aprenda pela ação (MONTEIRO & SMOLE, 2010). Semelhante aos preceitos da abordagem cognitivista de educação, a aprendizagem ativa se refere a uma série de procedimentos e métodos que promovem a participação ativa do educando na sala de aula, extrapolando a experiência da escola para além das exposições dos professores. Nesta abordagem, não é necessariamente a eliminação das aulas expositivas, mas a combinação eficiente entre elementos instrucionais e atividades práticas (CARPEÑO; ARRIAGA; CORREDOR & HERNÁNDEZ, 2011).

O pressuposto da aprendizagem ativa considera que, cada vez mais, os educandos devem ser preparados para responder às demandas do mercado sendo mais efetivos em resolver problemas, inovadores, criativos e, por conta da crescente

complexidade dos problemas a serem enfrentados, mais capacitados em trabalhar em equipes multidisciplinares, questões também consideradas pelas abordagens comportamentalista e humanista de educação. Tais competências são dificilmente desenvolvidas no paradigma do contexto onde o aluno recebe informações passivamente, mas são mais incentivada quando participam ativamente analisando, sintetizando e aplicando as informações recebidas.

Para isso, o educando precisa ser incentivado a participar dessa forma, já que a sua pro atividade não é, na maioria dos casos, espontânea. Para incentivar o aluno a participar ativamente, o professor deve criar uma situação que direcione a uma aprendizagem significativa e não seja apenas um transmissor de informações.

Como sugere Bonwell e Eison (1991), Martyn (2007) e McKinney (2010), algumas estratégias pedagógicas que possibilitam a aprendizagem ativa podem ser observadas nos seguintes exercícios:

- **Discussão em classe (*class discussion*):** exige que o aluno reflita criticamente sobre um assunto e compreenda e argumente em relação à posição dos colegas;
- **Compartilhamento em duplas (*think-pair-share*):** discussão sobre um exercício realizado anteriormente a ser apresentado posteriormente para a classe;
- **Célula de estudo (*learning cell*):** uma dupla de alunos realizam uma sessão de perguntas e respostas alternadamente sobre um assunto;
- **Exercício de anotação rápida (*short written exercise*):** escrita em poucos minutos sobre o conteúdo apresentado em aula;
- **Grupo de aprendizagem colaborativa (*collaborative learning group*):** grupos de desenvolvimento de tarefa, seja responder a um questionamento, seja para elaborar e executar um projeto;
- **Debate (*student debate*):** cada aluno deve tomar uma posição sobre um assunto e se preparar para defender o seu ponto de vista; exercita o diálogo e apresentação verbal em público;
- **Discussão sobre vídeo (*reaction to a video*):** pode incluir diversas mídias mais adequadas para a linguagem dos alunos; as questões podem ser passadas para os alunos para que eles se atentem ao conteúdo;

- **Jogos em classe (*class games*):** auxilia o aluno a rever a matéria e permite o entretenimento no processo de aprendizagem através de jogos de atuação (*role playing*) e *puzzles*, por exemplo;
- **Aprendendo ao ensinar (*learning by teaching*):** os alunos são desafiados a apresentar um novo conteúdo para os colegas de forma instruída e monitorada pelo professor

Todas as estratégias baseadas na abordagem da aprendizagem ativa podem ser aplicadas em disciplinas de engenharia, principalmente ao considerar as técnicas de *Problem-Based Learning* (PBL), traduzido como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) ou *Project-Based Learning* (PJBL), traduzido como Aprendizagem Baseada em Projetos (com o mesmo acrônimo ABP). As técnicas de PBL e PJBL são consideradas didáticas ativas porque foca na aprendizagem do educando que deve ser responsável pelo seu processo de aquisição de conhecimento e desenvolvimento de competências. Os problemas apresentados simulam as questões a serem enfrentadas no mundo real da atuação profissional e direcionam as atividades de aprendizagem e os educadores se posicionam como facilitadores, consultores e provedores de recursos. Assim, o educando assimila de forma integrada tanto o conteúdo quanto as habilidades de uso deste conteúdo, ou seja, desenvolve tanto o saber quanto o fazer de maneira concomitante ao estudar, analisar, entender, propor e resolver uma tarefa (ARBELAITZ; MARTIN & MUGUERZA, 2014).

Nesta metodologia, para ser possível que se resolva um problema direcionado, o educando é provocado a desenvolver competências transversais como habilidade em solução de problemas, trabalho em grupo, gestão de informação, adaptação a mudanças, conhecimento crítico, comunicação, aprendizagem autodirigida e auto avaliação, entre outros. Tais competências também são foco de investigação desta tese.

É muito importante notar que no âmbito da aprendizagem ativa, além das técnicas de PBL, acentua-se o emprego de metodologias de *Project-Oriented Learning* (POL), traduzido como Aprendizagem Orientada a Projetos (AOP). As técnicas de POL, assim como no PBL, o foco está no processo de aprendizagem do educando que também assimila a prática (DAL, 2013). O educador assume o papel de mentor ou coordenador que organiza o processo de educação através do uso

direcionado de plataformas *online*, simulação, recursos de ensino, equipamentos e laboratório, ou seja, da infraestrutura tecnológica, também foco de investigação desta tese.

2.2. Inovação

Para se compreender o processo de formação do engenheiro eletricitista para a inovação, primeiramente se faz necessário definir o conceito de inovação, considerando que é um conceito abrangente e interdisciplinar.

É necessário compreender a definição de inovação, inicialmente conceituada por economistas e administradores, para, então, analisar a sua aplicação no contexto atual. Joseph Schumpeter (1934 apud ANDERSSON et al., 2011) define a inovação como a “introdução de novos bens (...), novos métodos de produção (...), a abertura de novos mercados (...), a aquisição de novas fontes de suprimento (...) e a implementação de uma nova organização de alguma indústria”(tradução própria).

Por introdução, a inovação deve ir além de uma ideia ou conceito criativo, pois conceitualmente, invenção é a primeira ocorrência para um novo produto ou processo, enquanto inovação é o primeiro passo para realizá-la na prática (FAGERBERG, 2003). Ao mesmo tempo, a inovação deve introduzir algum elemento (produto, processo ou serviço) que produza alguma mudança benéfica em uma relação, seja pela redução de custos e/ou pela atribuição de valor (REGIS, 2003).

No contexto organizacional, muitas vezes a inovação é compreendida somente pelo desenvolvimento tecnológico, quando, na prática, também pode abarcar uma otimização nos processos estratégicos, culturais, organizacionais, de *marketing*, administrativos, entre outros (XIE YUMIN, 2011). Isso porque a inovação depende da geração de uma ideia ou invenção e a conversão desta invenção em um negócio (GAYNOR, 2012).

Dentro do contexto empresarial, a inovação tecnológica ocorre em sinergia com a inovação nos demais processos organizacionais, em uma sistemática denominada *Enterprise Innovation System* – EIS (Sistema de Inovação Organizacional, tradução própria), que pode ser representada pelo diagrama abaixo:

Figura 1 – Modelo da estrutura do Sistema de Inovação Organizacional

Neste modelo, é possível compreender que a inovação não é o imediato resultado de um conceito criativo, mas que ocorre em um contexto organizacional inovador, envolvendo diversos agentes internos (cultura organizacional) e externos (*stakeholders*) para que o *output* inovador atenda às necessidades, expectativas e necessidades tanto da organização quanto do mercado (YANAZE, 2011).

Kita e Ohtsuka (2011) apresentam três tipos de processo de inovação organizacional que resultam em diferentes tipos de relação organização-mercado:

- Inovação fechada (*closed innovation*): processo tradicional de pesquisa e desenvolvimento feito internamente na organização de forma isolada e de acordo com sua própria concepção sobre o mercado-alvo; todas as etapas de desenvolvimento (do projeto preliminar, desenvolvimento, comercialização e lançamento) são sigilosas, assim como toda a tecnologia não utilizada que fica classificada como informação confidencial.
- Inovação aberta (*open innovation*): tecnologias e ideias externas são assimiladas tanto no processo de pesquisa e desenvolvimento, comercialização, logística e de suporte ao cliente; ao integrar tecnologias próprias com tecnologias externas, as organizações se abrem para oferecer

produtos e serviços de forma mais competitiva com otimizações e *expertises* de outras organizações, além de possibilitar a identificação e criação de novos mercados pelas oportunidades resultantes da parceria com essas organizações que têm sua própria rede de clientes.

- Inovação massiva (*crowd innovation*): inovação que aproveita do potencial de conectividade das redes digitais no desenvolvimento de produtos, processos e serviços a partir da colaboração de diversos agentes anônimos conectados; sendo possível organizar e sistematizar o conhecimento da grande multidão (*crowd*) de internautas, as tecnologias abertas de *hardware* e de *software* se apresentam como soluções inovadoras que dialogam diretamente com as necessidades de mercado e com as possibilidades de produção, otimização e distribuição das grandes organizações.

Assim, a inovação se caracteriza por ser um processo complexo que se inicia por um conceito criativo que precisa do apoio de diversos agentes de dentro e de fora de uma organização para que seja implementado e disponibilizado no mercado.

2.2.1. Design Thinking

Design Thinking é uma metodologia de desenvolvimento de produtos que se caracteriza por sistematizar o equilíbrio entre a prática tradicional analítica de resolução de problemas com a consideração da intuição, criatividade e inovação. Assim, o *Design Thinking* se baseia na integração de processos de desenvolvimento técnicos que garantem a confiabilidade e validação das propostas, ao mesmo tempo em que parte de insights e premissas não-convencionais para promover o desenvolvimento de soluções de problemas inovadoras, através de projetos relevantes.

O conceito do *Design Thinking* tem postulação teórica em Simon (1969), McKim (1973) e Rittel & Webber (1973), entre outros pesquisadores, e foi altamente ampliado, desenvolvido, aplicado e difundido em experiências de ensino e pesquisa na Universidade de Stanford, pelos esforços de Faste (1993). O conceito é sistematizado para arquitetos e urbanistas na obra “Design Thinking” de Rowe (1987) e universalizado para todas as disciplinas sociais por Buchanan (1992).

O pesquisador da Universidade de Stanford David Kelley, através da sua empresa global IDEO¹⁰ de consultoria em inovação e desenvolvimento de projetos fundada em Palo Alto e com forte parceria de pesquisadores de Stanford, dissemina o *Design Thinking* como prática profissional para a inovação em business. O *Design Thinking* hoje é aplicado em diversos contextos de desenvolvimento, incluindo processos de sistemas de projetos, concepções de ideias, desenvolvimento de produtos etc. Isso se deve, principalmente, pelo fato do *Design Thinking* se caracterizar como uma ponte entre os conceitos científicos-teóricos e o conhecimento da experiência prática, produzindo novas concepções teóricas e novas propostas de projeto (LEE; BASKERVILLE & PRIES-HEJE, 2012).

Assim, o *Design Thinking* pode ser considerado como um processo de desenvolvimento que consiste em 7 estágios: definição do problema, pesquisa, ideação, prototipagem, escolha, implementação e aprendizagem. Este processo combina diversas ações e práticas com desenvolvimentos cognitivos e de atitudes (TAAJAMAA; KIRJAVAINEN; REPOKARI; SJOMAN; UTRIAINEN & SALAKOSKI, 2013).

O atual CEO da IDEO, Tim Brown, define *Design Thinking* como a “abordagem para a inovação centrada no ser humano que parte dos instrumentos do designer para integrar as necessidades das pessoas, as possibilidades tecnológicas e os requisitos para o sucesso do negócio”. Assim, afirma que o *Design Thinking* “junta o que é desejado a partir do ponto de vista do homem com o que é tecnologicamente factível e economicamente viável” (tradução do autor desta tese a partir de BROWN, 2014). Para tanto, o *Design Thinking* deve promover a integração entre inspiração, ideação e implementação, o que pode ser impulsionado pela prototipagem.

Para Denning (2013), o *Design Thinking* atenta para a criatividade e imaginação no processo de ideação, enfatizando equipes de desenvolvimento colaborativas, diversificadas e sensíveis às necessidades do usuário. Para isso, é necessário ter o *feedback* constante do usuário através do desenvolvimento constante de protótipos para compreender as suas reações à ideia em desenvolvimento.

¹⁰ Disponível em: <<http://www.ideo.com/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

O desenvolvimento de protótipos é essencial para criar um círculo virtuoso de integração entre inspiração, ideação e implementação. A metodologia do *Design Thinking* é baseada no incentivo à premissas criativas e inovadoras com a validação através da prototipagem de ideias e conceitos durante todo o processo de desenvolvimento da solução centrada no usuário.

Para tanto, é necessário instrumentalizar os projetistas com a prototipagem como forma de expressar soluções criativas e verificar sua eficácia, eficiência e efetividade. A prototipagem rápida amplia o conceito de pensar-aprender através da experimentação, pois a ideia é se valer de tecnologias não sofisticadas para estudar um problema e avaliar um conceito de solução rapidamente. Assim, materiais e técnicas como papel, massa de modelar, ferramentas de marcenaria, impressora 3D de hobby, entre outros, podem fornecer um modelo do produto de forma rápida para a imediata consideração de desenvolvimento do produto, do seu uso e do processo de implementação.

Na metodologia tradicional de desenvolvimento de produtos e processos, a prototipagem é aplicada ao final do processo, após ter-se definido a premissa de projeto. No *Design Thinking*, com a prototipagem rápida, ocorre justamente o contrário: a prototipagem se torna meio pelo qual se analisa o problema e se desenvolve as premissas da solução. Assim, conta com alguns ciclos de prototipagem com alguns objetivos de aprendizagem e desenvolvimento. A Universidade de St. Gallen (Suíça) disponibiliza um melhor entendimento dessas fases de prototipagem e seus objetivos (com tradução e complementação do autor da tese)¹¹:

- **Design Space Exploration** (Exploração do Contexto do Projeto): para explorar o contexto do projeto, é necessário fazer um levantamento de informações preliminar sobre o contexto do problema/projeto por meio de observação, entrevistas com pessoas e usuários alvo do projeto;
- **Critical Function Prototype** (Protótipo da Função Crítica): o contexto do projeto proporciona o entendimento das necessidades do usuário o que leva à definição das funções críticas do projeto. O primeiro protótipo deve explorar uma determinada função crítica definida;

¹¹ Disponível em <<http://dthsg.com/phases/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

- **Dark Horse Prototype** (Protótipo “Azarão”): após o desenvolvimento do protótipo da função crítica, haverá a assimilação de aprendizagem no processo e reflexão sobre as premissas do projeto. Com isso, é possível partir para o ciclo de desenvolvimento do protótipo “azarão”, que parte de premissas inusitadas e criativas para responder às funções críticas reelaboradas;
- **Funky Prototype** (Protótipo “Desajustado”): com os aprendizados dos protótipos anteriores, compila-se o protótipo “desajustado” que é a compilação da maioria dos elementos promissores detectados e propostos em um único protótipo. Neste exercício de compilação, ainda é possível ter novas ideias fora do comum para o projeto;
- **Functional Prototype** (Protótipo Funcional): é o protótipo que deve se assemelhar ao protótipo final, principalmente na sua funcionalidade e usabilidade;
- **X-is finished Prototype** (Protótipo X): protótipo funcional para finalizar a proposta de solução da principal função crítica do projeto (o ponto “X”) ;
- **Final Prototype** (Protótipo Final): é o protótipo final que integra todos os elementos de sucesso dos protótipos anteriores e os apresenta como solução integrada.

A prototipagem rápida (mais voltada para os primeiros ciclos de prototipagem) depende de pouca sofisticação de matéria, ferramentas e estrutura, como já citado. No entanto, para as fase finais de prototipagem, são necessárias técnicas mais sofisticadas para que se possa estudar a viabilidade de implementação do projeto com definições tecnológicas factíveis. Para tanto, são necessários espaços de desenvolvimento que permitam a implementação dos diversos ciclos de prototipagem.

2.3. Competências transversais

É importante se ter uma definição clara e sólida sobre competências transversais, já que um dos focos desta tese é compreender como ambientes tecnopedagógicos auxiliam no desenvolvimento de tais competências na formação do

engenheiro, sobretudo considerando uma atitude voltada à inovação. Assim, faz-se um estudo sobre o conceito de competência e, então uma consideração sobre as competências transversais.

Competência pode ser compreendido como “o conjunto formado pelo *conhecimento* que é o *saber*, pela *habilidade* que é o *saber fazer* e pela *atitude* que é o *optar por fazer*.” (NAKAO; BORGES; SOUZA & GRIMONI, 2012, p. 32). Neste sentido, a competência reúne o conhecimento, habilidade e atitude na fórmula apresentada pelo professor Nakao em palestras e apresentações:

$$\text{competência} = (\text{conhecimento} + \text{habilidades}) \text{ atitudes}$$

Assim, como se assume nesta tese, competências é muito mais abrangente do que a habilidade ou aptidão, pois deve englobar de maneira muito significativa a pro atividade e motivação de aplicar tais habilidades associadas a um conhecimento prévio para a realização de uma atividade e/ou tarefa.

É importante ressaltar que, apesar da bibliografia assumir o termo “*skill*”, cuja tradução mais comum seja habilidade, para tratar de *hard* (ou *technical*) *skills* e *soft skills* como competências técnicas e competências transversais, respectivamente, esta tese entende que se tratam justamente de competências em seu conceito abrangente, e não apenas de habilidades.

A tenuousidade entre os conceitos de competência e habilidade se agrava ainda mais pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Resolução CNE/ CES (2002), quando cita no artigo 4º uma lista de “competências e habilidades gerais” que deve constar na formação do engenheiro, sem especificar o que deve ser entendido por competência e por habilidade. Seguem as competências e habilidades citadas nesta resolução:

- I. aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- II. projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- III. conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- IV. planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- V. identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- VI. desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- VII. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- VIII. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

- IX. comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- X. atuar em equipes multidisciplinares;
- XI. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- XII. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- XIII. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- XIV. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Esta lista, além de conter de forma generalista e sem distinção competências e habilidades, também acaba apresentando competências técnicas (especificamente voltadas para a atuação do engenheiro) quanto competências transversais, ou seja, as conjunções de conhecimentos, habilidades e atitudes que perpassam as diversas atuações profissionais.

A ABET – organização americana oficial de acreditação de programas acadêmicos em ciências aplicadas, computação, engenharia e tecnologia – cita em seu portal (Em: <http://www.abet.org/eac-criteria-2014-2015/>. Acesso em 10 de dezembro de 2014) as seguintes competências que devem fazer parte do desenvolvimento do engenheiro (tradução do autor da tese), também citando competências técnicas e transversais sem separação:

- a) habilidade em aplicar os conhecimentos em matemática, ciência e engenharia;
- b) habilidade em projetar e conduzir experimentos, assim como analisar e interpretar dados;
- c) habilidade em projetar um sistema, componente ou processo que atenda necessidades dentro de um contexto realístico econômico, ambiental, social, político, ético, de saúde e segurança, industrial e sustentável;
- d) aptidão em trabalhar em equipes multidisciplinares
- e) habilidade em identificar, formular e solucionar problemas de engenharia;
- f) compreensão da responsabilidade profissional e ética;
- g) aptidão em se comunicar efetivamente;

- h) educação abrangente necessária para compreender o impacto das soluções de engenharia em um contexto global, econômico, ambiental e social;
- i) reconhecimento da necessidade e a aptidão em se engajar em aprendizagem continuada;
- j) conhecimento das questões contemporâneas;
- k) aptidão em usar técnicas, habilidades e ferramentas modernas de engenharia para a prática da engenharia.

Considerando especificamente as competências transversais, pode-se defini-las como a conjunção de competências pessoais e interpessoais de um agente que contribuem para a execução de tarefas e processos em um nível mais elevado de eficiência (PINKOWSKA; LENT & KERETHO, 2011). Assim, o conceito de competências transversais está diluído por diversos autores que se referem a elas como: habilidades sociais, humanas, interpessoais, pessoais e comportamentais.

Segundo DE KERELI (2011), as competências transversais podem ser consideradas genéricas ou gerais e abrangem as aptidões instrumentais (cognitivas, metodológicas, tecnológicas e linguísticas), interpessoais (para o relacionamento em grupo, comportamento e motivação) e sistemáticas (relacionada ao funcionamento de um sistema – contexto, legislação, resolução de problemas).

Na Europa, pelo Processo de Bolonha de 1999, em março de 2010 foi institucionalizado o EHEA (European Higher Educational Area) no esforço de comparar, compatibilizar e tornar mais coerente os sistemas de ensino superior na Europa. Mesmo antes da institucionalização da EHEA, diversos encontros foram solidificando documentos de compatibilização dos programas de ensino superior como, por exemplo o EUR-ACE – Accreditation of European Engineering Programmes and Graduates – (EUR-ACE, 2005), onde se estabelecem parâmetros mínimos de compatibilização dos programas de curso superior em engenharia para toda a Europa. Neste documento, as competências transversais para o engenheiro são muito claramente estabelecidas como *transferable skills*, ou competências transferíveis listadas abaixo (tradução do autor da tese):

- atuar efetivamente individualmente e como parte de uma equipe;
- usar diversos métodos para se comunicar eficientemente com a comunidade de engenheiros e com a sociedade, de maneira geral;

- demonstrar atenção às questões de saúde, segurança e legais e às responsabilidades da prática do engenheiro, o impacto das soluções em engenharia em um contexto ambiental e social; engajamento com a ética, responsabilidades e normas da prática em engenharia;
- demonstrar atenção em gestão de projetos e atuação em negócios, como gestão de riscos e de mudanças e compreender suas limitações;
- reconhecer a necessidade e ter a aptidão em se engajar de maneira autônoma em aprendizado continuado;
- atuar como líder de equipe que pode ser composta com profissionais de diferentes disciplinas e níveis;
- trabalhar e se comunicar eficientemente em contexto nacional e internacional.

De uma forma muito próxima, o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais) na sua portaria nº 246 de 02 de junho de 2014, ao tratar do ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) para os alunos em Engenharia Elétrica (BRASIL, 2014), considera que a sua formação deve considerar o desenvolvimento das seguintes competências:

- I. formação generalista, humanista, crítica e reflexiva;
- II. aptidão em utilizar e desenvolver novas tecnologias;
- III. atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas;
- IV. aptidão para comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- V. atuação em equipes multidisciplinares;
- VI. atuação profissional ética e responsável, consciente de aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais;
- VII. atitude de constante atualização profissional.

Tais listas de competências transversais podem ser organizadas e agrupadas para sistematizar suas análises. Os professores Nakao; Borges; Souza & Grimoni (2012) propõem um método de identificação e mensuração de competências chamado Mapcom. Como base do Mapcom, os professores utilizam a ferramenta

VECA ¹² de mapeamento de competências administrativas. A VECA lista as seguintes competências com foco em resultado:

- Atenção / Priorização
- Comunicação
- Controle
- Decisão
- Delegação
- Flexibilidade
- Intensidade Operacional
- Liderança
- Organização
- Planejamento
- Relação com Autoridade
- Tempo de Execução

Lista também as seguintes competências com foco em relacionamento:

- Administração de Conflitos
- Afetividade
- Autoimagem
- Controle Emocional
- Disposição para Mudanças
- Mobilidade Física
- Realização
- Sociabilidade

Pela revisão bibliográfica, constatou-se que existe uma pluralidade e até uma certa falta de definição sobre competências transversais. Apesar de ter competências que são praticamente unanimidade em todas as listas encontradas, acredita-se que possa haver uma oportunidade nesta tese de lançar novas premissas para se compreender quais são as competências que, de fato, fazem sentido para o mercado a partir de sua demanda.

¹²Disponível em: <<http://www.webveca.com.br/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

No Capítulo 4, apresenta-se uma proposta de método para identificar e quantificar (em taxa de repetição) as competências transversais para demandadas pelo mercado da engenharia elétrica e da computação, sob o foco da inovação.

2.4. Considerações do capítulo

Este capítulo levanta o estado da arte sobre conceitos e práticas que serão exploradas nesta tese, sendo essencial para aprofundar na discussão sobre a educação em engenharia. Para isso, primeiramente foi emprestado da pesquisa em educação as abordagens de ensino e aprendizagem para compreender a origem conceitual da abordagem de aprendizagem ativa, foco desta pesquisa.

Como esta tese busca compreender e propor um método que direciona para práticas educacionais voltadas para a formação do engenheiro com atenção às competências transversais para a inovação, justamente foram aprofundados os conceitos de inovação e de competências transversais para embasar as propostas conceituais que serão apresentadas no Capítulo 3, pesquisas e coleta de dados do Capítulo 4 e proposta de método de aplicação do Capítulo 5.

3. CONCEITO DE AMBIENTE TECNO-PEDAGÓGICO

Este capítulo traz a definição de “ambiente tecno-pedagógico” proposta pelo autor, como contribuição conceitual para a pesquisa em educação em engenharia. Ambiente tecno-pedagógico deriva do conceito de “tecno-pedagogia” introduzido anteriormente pelo autor desta tese em sua pesquisa de mestrado, desenvolvida e defendida pelo programa de Ciências da Comunicação da ECA-USP.

Assim, com a contribuição da revisão bibliográfica do Capítulo 2 e com o amadurecimento conceitual decorrente desta pesquisa, apresenta-se o conceito de: 1) Tecno-pedagogia, um conceito que sintetiza o papel dos elementos tecnológicos na formação das pessoas e que é apresentado pelo autor da tese e que vem se fundamentando desde a sua pesquisa de mestrado; e, por fim, 2) Ambientes tecno-pedagógicos, que é também uma proposta do autor seguindo o conceito de tecno-pedagogia, de convergir a Estrutura tecnológica, Estratégias pedagógicas e Métodos de avaliação para a educação em engenharia voltada para o desenvolvimento de competências para a inovação

3.1. Tecno-pedagogia

O conceito de tecno-pedagogia, segundo a definição do pesquisador desta tese (YANAZE, 2012) vem da tentativa de classificar o conjunto metodológico, instrumental e filosófico que partem da premissa de que o nativo digital (também conhecida como Geração dos *millenials* ou Geração Y – nascidos entre 1980 e início dos anos 2000) é expressão da hibridização entre homem e tecnologia e que, portanto, a sua formação deve ter foco na interação homem-computador. Com as tecnologias digitais, o próprio modelo cognitivo do ser humano se alterou e os processos formais e informais de educação devem se balizar e se reestruturarem por esse pressuposto.

Como exemplo dessa mudança, nota-se que as tecnologias digitais disponibilizam dados, informações e conhecimento de maneira bastante abrangente. Com isso, o cérebro humano não precisa reservar tanto espaço para a memória como acontecia nas sociedades orais quando todas as informações eram memorizadas para serem repassadas para as vindouras gerações. Hoje, com tanta informação nas redes digitais, o cérebro humano precisa se especializar em julgar as fontes de tais informações, sua relevância e veracidade. A tecnologia digital

promove a interatividade mediada tecnologicamente entre os homens e, também, a interação entre homens e máquinas. Essa interação, como troca informativa, caracteriza um processo tecno-pedagógico.

De forma bastante genérica, tecno-pedagogia pode ser compreendida como todas as interações homem-computador que geram informações e, portanto, conhecimento e mudança. De um jogo de *vídeo game* no celular até um servidor global de ambiente virtual de aprendizado, inúmeras são as interfaces tecnológicas que causam alterações de comportamento e acréscimo de dados tanto no usuário quanto no computador.

Para delimitar o conceito nas práticas formais de educação, determina-se a sua especificação no termo “ambiente tecno-pedagógico”, que passa a indicar os contextos criados intencionalmente para promover a tecno-pedagogia. Sejam em salas de aula, plataformas de ensino à distância, dispositivos assistivos, etc., os ambientes tecno-pedagógicos tem uma formalização de intenção em promover a aprendizagem ativa.

No caso da adoção da abordagem da aprendizagem ativa em cursos de engenharia, o ambiente tecno-pedagógico se caracteriza como a conjunção da estrutura tecnológica, as estratégias pedagógicas e os métodos de avaliação que compõe o plano de ensino.

Um exemplo de nas iniciativas de aprendizagem ativa em ambientes tecno-pedagógicos está nos laboratórios de fabricação digital voltados para a educação, onde professores e alunos têm acesso a uma infraestrutura de máquinas, *hardwares* e *softwares* que possibilitam a autoria de soluções tecnológicas. Em tal ambiente tecnológico, os limites para a inovação são a criatividade e as competências necessárias a serem adquiridas. Enquanto a criatividade se torna a grande premissa do engajamento e autoria no processo inovador, as competências necessárias a serem adquiridas resultam na aprendizagem ativa, onde o aluno estará potencialmente mais estimulado a adquirir mais conhecimento das diversas áreas e disciplinas para conseguir alcançar as soluções que ele mesmo planejou criativamente.

Assim, aponta-se para um contexto aplicado onde ambientes tecnológicos e aprendizagem ativa são sinérgicos, corroborando o conceito de “tecno-pedagogia”, termo que está sendo desenvolvido justamente para identificar os impactos das tecnologias na formação dos nativos digitais.

3.2. Ambientes tecno-pedagógicos

O conceito de “ambientes tecno-pedagógicos” é uma proposta do autor desta tese e está em formulação e consolidação. Evoluindo o conceito de tecno-pedagogia, os ambientes tecno-pedagógicos são a sua aplicação no contexto da educação formal e está relacionado à premissa de que o planejamento de aula deve considerar, além do conteúdo a ser trabalhado, a condição tecno-pedagógica do aluno, ou seja, que é importante se considerar a forma de aprender (estratégias pedagógicas e didática), o contexto de aprendizagem (estruturas tecnológicas, espaços físicos) e os métodos de avaliação (que considerem não só o conteúdo decorado, mas, principalmente, as competências desenvolvidas).

Por ser uma proposta conceitual inédita, não existe base bibliográfica que utilize o termo literalmente. Para formular a sua conceituação e verificar o seu estado da arte, foi feito uma desconstrução do conceito nos eixos:

- estrutura tecnológica
- estratégias pedagógicas
- métodos de avaliação em aprendizagem ativa com foco em inovação.

Os termos adotados para as buscas em sites de referência como Portal da CAPES, IEEE Xplore e ACM Digital Library foram: *Digital Fabrication*, *Active Learning*, *STEM Learning*, Competências em Ciências, entre outros. Retornando em diversos artigos que foram selecionados ou descartados conforme a leitura do resumo.

O fichamento de análise dos artigos e publicações selecionados para se levantar o estado da arte, teve a pretensão de tornar a leitura mais objetiva através de uma mecânica de identificação de fatores e atribuição de pesos e notas para tais fatores (exemplos de fichamentos de leitura se encontram no APÊNDICE A).

Por exemplo, se o artigo apresentava as estruturas tecnológicas de um laboratório de fabricação digital, foram identificadas os componentes tecnológicos citados no artigo. Para cada fator foi atribuído um conceito de peso (muito importante, importante, pouco importante, nada importante), de acordo com a sua relevância no esboço desta tese, e, então, foi dado uma nota (de 0 a 10) de acordo com o detalhamento do artigo sobre o componente. A mesma mecânica foi aplicada

nas estratégias pedagógicas e nos métodos de avaliação encontradas durante a leitura.

A compilação de pesos e notas resulta em uma nota final ponderada que serve de base para classificar a contribuição de cada artigo no levantamento do estado da arte em cada um dos componentes dos ambientes tecno-pedagógico. A reflexão e detalhamento do estado da arte dos componentes se encontra a seguir.

3.2.1. Estrutura tecnológica

A estrutura tecnológica está associada aos materiais e equipamentos pedagógicos utilizados em sala de aula ou, como se mostrou mais eficiente, na composição de laboratórios transdisciplinares voltados para a fabricação digital. Tais laboratórios de fabricação digital permite uma intensa interação entre alunos e equipamentos para o planejamento, desenvolvimento, execução e teste de protótipos tecnológicos inovadores.

O laboratório de fabricação digital FabLab, apresentado por Gershenfeld (2005) no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), é uma iniciativa que promove o desenvolvimento de competências tecnológicas através da experimentação de desenvolvimento de protótipos. A estrutura do laboratório segundo Krannick, Robben e Wilske (2012) deve conter cortadoras a laser para cortar bidimensionalmente e com alta precisão superfícies (vinil, acrílico, metais, madeira, etc.), impressoras 3D para elaborar protótipos e *mockups* e microcontroladores para o desenvolvimento de circuitos eletrônicos automatizados.

Diez (2012) discute a revolução da fabricação digital, tanto na criação de conhecimento quanto no desenvolvimento tecnológico já que novas ferramentas e processos estão se tornando mais acessível para as massas e estão sendo compartilhados em todo o mundo através de plataformas digitais, com uma filosofia de código aberto, tanto em *software* e *hardware*. Para o autor, o FabLab apresenta quatro fases em sua filosofia e estrutura:

- FabLab 1.0: máquinas de escala pequena que permitem a elaboração de peças e componentes no nível de prototipagem com fins de pesquisa e ensino;
- FabLab 2.0: uma FabLab que produz outro FabLab, ou seja, que contém o maquinário necessário para montar um outro laboratório igual;

- FabLab 3.0: laboratório preparado para trabalhar em escala de desenvolvimento de circuitos eletrônicos e microcontroladores;
- FabLab 4.0: programação e simuladores de realidade virtual que permitem representar e testar os projetos e componentes virtualmente.

O laboratório de fabricação digital é associado muitas vezes a grandes centros de pesquisa. Mas o seu potencial educativo pode ser aplicado em cursos de engenharia e até em níveis de formação fundamental e média, justamente para incentivar as crianças a se encantarem e trilharem para a carreira em tecnologia. Posch e Fitzpatrick (2012) desenvolveram um workshop com crianças em um laboratório de fabricação digital contendo a seguinte estrutura tecnológica e aplicação:

- Cortadora de vinil: elaboração de uma estampa pessoal através de corte de vinil;
- Impressora 3D: impressão tridimensional de um modelo criado pela criança;
- Eletrônica - PCB for Drawdio : exploração de eletrônica básica através de micro-controladores;
- Programação – Scratch: noções de programação básica.

De uma forma mais detalhada, Celani (2012) apresenta as categorias de máquinas essenciais na composição de um laboratório de fabricação digital e as suas aplicações:

- *3D Modellers*: cortadores a laser, CNC, para a elaboração física de modelos e componentes;
- *3D Scanners*: pode ser substituído por processos de digitalização tradicionais, como modelagem;
- *Immersive VR*: facilita a visualização e interação, mas tem alto custo de implementação e manutenção;
- *Rapid Prototyping*: permite explorar diversas possibilidades de *design* de componentes automatizados através de microcontroladores, sensores, atuadores, etc.

Além dos laboratórios de fabricação digital é importante citar as plataformas digitais que, cada vez mais, apoiam tecnologicamente as instituições de ensino.

É crescente a quantidade de experiências de uso de *Virtual Learning Environment* (VLE), traduzido como Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Só para esclarecimento, o uso de AVA para ministrar uma disciplina ou um curso integralmente pode ser caracterizado como Ensino À Distância (EAD). Mas os AVAs podem ser aplicados em cursos presenciais e também nos conhecidos cursos semipresenciais (em inglês tem sido adotado o termos *Blended Learning*). Neste sentido, pode ser complementar às aulas presenciais e em laboratórios sendo, muitas vezes, utilizado como um repositório de materiais, slides, gravações e plataforma de entregas e de avaliação, por parte dos alunos.

No entanto os AVAs permitem extensões e instalações de *plug-ins* que permitem outros usos de *Learning Management System* (LMS), que é o conceito de *software online* de gestão de recursos voltados para a educação. Ou seja, são plataformas de *Content Management System* (CMS) – traduzido como Sistema de Gerenciamento de Conteúdo, voltadas para a educação. Seguem exemplos de atividades do Moodle¹³, um dos principais LMSs, com código aberto e um dos mais utilizados no mundo inteiro (tradução do autor da tese):

- **Tarefas:** o professor pode dar nota e comentar sobre tarefas realizadas *online* ou *off-line*, por arquivos postados pelos alunos
- **Chat:** todos os participantes podem ter uma discussão síncrona em tempo real
- **Escolha:** o professor formula uma questão de múltiplas escolhas e pode aplicar ao final da aula e atribuir uma nota
- **Banco de dados:** os participantes podem criar, gerenciar e realizar buscas em um banco de dados de entrada, como imagens, arquivos, URLs, números, textos etc.
- **Ferramentas externas:** os participantes podem interagir com objetos de aprendizagem (atividades) de outros sites, através do protocolo LTI – *Learning Tools Interoperability*.
- **Feedback:** criação e aplicação de questionários para *feedback* e condução da aula

¹³ Disponível em <<https://docs.moodle.org/28/en/Activities>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

- **Fórum:** permite o desenvolvimento de uma discussão assíncrona com endentação para facilitar o acompanhamento de respostas
- **Glossário:** os participantes podem construir e gerenciar uma lista de definições, semelhante a um dicionário
- **Lições:** uso de recursos em HTML para a organização de conteúdo em diversos formatos como texto, arquivo, imagem, *link* etc.
- **Quiz:** desenvolvimento de questões em diversos formatos como múltipla escolha, verdadeiro ou falso e respostas dissertativas curtas com possibilidade de *feedback* automático
- **Pesquisa de avaliação:** aquisição de dados por parte dos estudantes para reflexão e melhoria das aulas
- **Wiki:** Desenvolvimento de páginas *web* do tipo Wiki, construídos coletivamente e sem a necessidade de digitar códigos em HTML
- **Workshop:** os alunos podem postar trabalhos através de textos e anexos para serem avaliados pelos demais alunos

Os AVAs podem dar suporte aos EAD assim como para plataformas de MOOCs (*Massive Open Online Courses*) – curso online aberto e massivo, ou seja, cursos disponibilizados para o acesso de diversos internautas ao mesmo tempo. Em diversas experiências de inovação em educação em engenharia, os AVAs são utilizados em conjunto com as aulas presenciais, onde grande parte do conteúdo, o repositório de materiais e interface de entregas ficam protocoladas no AVA, enquanto as aulas presenciais são focadas no uso de laboratórios, assessorias e apresentações.

Se o grande parte do conteúdo pode ser disponibilizado no AVA, o encontro presencial muda de função e, portanto as estratégias pedagógicas precisam ser revistas.

3.2.2. Estratégias pedagógicas

As estratégias pedagógicas se referem ao roteiro do encontro em sala de aula. Sob a abordagem da aprendizagem ativa, as estratégias devem pautar o professor em como facilitar a dinâmica da aula para incentivar e levar ao

engajamento do aluno com o conteúdo, para que ele se torne o protagonista do seu processo de aprendizagem.

Se baseando na aprendizagem ativa, já apresentada anteriormente, segundo Shang, Shi e Chen (2011) existem três momentos para que o aluno assimile de forma reflexiva e crítica o conteúdo da aula através da experimentação ativa (*hands on*).

Em um primeiro momento, o aluno deve expandir as suas experiências de aprendizagem através de atividades dinâmicas de diálogo em grupos pequenos, de resolução de problemas e interação com profissionais do mercado através de fóruns e blogs.

Depois, deve aproveitar o poder da interação e sinergia da autorreflexão, diálogo com colegas e agentes externos com a observação de fenômenos, casos de estudo e exemplos apresentados em classe com a execução de um trabalho, *paper* ou até a fabricação digital de um protótipo, por exemplo.

Finalmente, o professor deve facilitar a criação de uma dialética entre a experiência e diálogo, ou seja, deve incentivar o aluno a pensar nos processos de expansão da sua experiência com o conteúdo da aula e todas as interações estabelecidas com os demais alunos e profissionais do mercado para estruturar uma atmosfera de aprendizagem mais satisfatória e eficiente com comprovação da relevância, inclusive econômica, do conteúdo.

Klinger (2012) compartilha da necessidade de estabelecer uma interação entre as atividades acadêmicas e o mercado para mostrar a relevância da formação em engenharia e a prospecção da carreira profissional. Dessa forma, propõe a metodologia de ensino *design-through-production* que é aplicada em projetos integrados que incentivam o desenvolvimento de habilidades de projeto com base em fabricação.

Nesta metodologia, duas estratégias são adotadas: a *Immersive learning*, onde há a interseção das atividades de sala de aula com parceiros reais do mercado; e a *Emerging media*, onde há a exploração das tecnologias de ponta para preparar os alunos para o mundo dirigido pela informação, aumentando o seu grau de conhecimento e de competências sobre a fabricação digital através da aplicação prática.

Da mesma forma, no processo de autorreflexão, compartilhamento com outros alunos e experiência, Lester (2008), considera três abordagens:

1. Abordagem centrada no aluno, onde o instrutor age como um facilitador e a responsabilidade é direcionada ao aluno para que alcance os resultados das diversas atividades; - aumenta a motivação em aprender, leva a maior retenção de conhecimento;
2. Aprendizagem colaborativa / ensino boca-a-boca (peer teaching) através de grupos pequenos e/ou estratégias de peer teaching onde os alunos interagem e trocam conhecimento, ideias e experiências em um diálogo acadêmico mutuamente benéfico;
3. Direcionado por projetos onde temas são propostos para que os grupos de alunos resolvam através de conhecimento, habilidades e competências adquiridas.

No processo de execução por meio de fabricação digital, Krannich, Robben e Wilske (2012) propõe um roteiro que segue a elaboração de:

1. Projeto preliminar à mão: na fase preliminar, é importante que exista um certo grau de liberdade de projeto possível pelo desenho livre;
2. Desenho técnico em CAD: vetorização e formalização do projeto para adequá-lo às normas, demandas e limites de execução;
3. Simulação virtual: teste de eventuais erros de projeto em ambiente virtual e simulação de variáveis;
4. Fabricação digital: produção em escala, protótipo ou versão final do projeto.

Deve ser considerado um ciclo de aprendizagem e climatização com o processo de fabricação digital. Celani (2012) defende três fases de implementação da fabricação digital em contexto de ensino e aprendizagem:

1. **Iniciante / experimentos controlados:** o instrutor apresenta a teoria e os equipamentos científicos de validação das evidências; não é usual em laboratórios de fabricação digital;
2. **Experimentos semiestruturados:** o instrutor apresenta um problema e discorre sobre as teorias envolvidas; o aluno é estimulado a usar os elementos tecnológicos para resolver o problema;
3. **Experimentos e projetos abertos:** o instrutor apresenta um problema ou lança um desafio; o estudante identifica as teorias envolvidas e propõe/ desenvolve soluções para atender ao problema.

Para Posch e Fitzpatrick (2012), todos os processos em um laboratório de fabricação digital devem se estruturar no uso de *softwares* livre para garantir a transferência de conhecimento de trabalho para em outros laboratórios e centros de desenvolvimento; sempre que possível, os produtos finais devem ser de propriedade dos alunos, mesmo que a matéria prima seja cobrada, pois aumenta o engajamento e interesse do aluno na fabricação digital; e devem apresentar os campos de aplicação da fabricação digital com informação sobre mercado, campos de aplicação e atuação.

De uma forma mais ampla, Blevis (2012) apresenta dois novos paradigmas de aprendizagem ativa por meio de um foco no desenvolvimento de projetos:

- ORSH (*One Room School House*): classes de 10 a 18 alunos, em sessões de 4 horas em diferentes níveis (graduação, especialização, mestrado e doutorado). Cada aluno tem metas individuais negociadas com o facilitador e apresenta a sua evolução a cada sessão, estando sujeito a comentários, sugestões e críticas do coletivo.
- DCBL (*Design Challenge Based Learning*): voltado para classes maiores em sessões de até 3 horas, seguindo o roteiro:
 - - Descrição do novo projeto e palestra ou discussão (30-60min)
 - - em grupos menores de alunos, cada um apresenta o projeto da semana anterior e elegem 1 ou 2 projetos para apresentar para a classe (30-45min)
 - - Apresentação, críticas e comentários coletivos sobre os projetos escolhidos nos (60-90min)
 - - Escolha dos três melhores projetos e cerimônia de premiação simbólica (10min)

A mudança nas estratégias pedagógicas, fugindo da abordagem tradicional cujo foco está no professor e no seu conteúdo, seguem uma abordagem voltada à aprendizagem ativa, onde o foco está no envolvimento ativo e protagonista dos alunos em sua construção de competências.

A abordagem da aprendizagem ativa vai além da aquisição e reprodução de conhecimento, tendo uma grande ênfase no desenvolvimento de habilidades e atitudes. Ou seja, a forma de avaliação da performance do aluno deve ir além das tradicionais provas, exames e trabalhos que se restringem ao teste de aquisição de

conhecimento. Deve haver uma mudança de paradigma na avaliação, passando a ser por competência, como direciona as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Resolução CNE/ CES (2002).

3.2.3. Métodos de avaliação em aprendizagem ativa

Sendo o objetivo da aprendizagem ativa promover o engajamento do aluno no seu processo de aquisição de conhecimento, habilidades e, portanto competências, a avaliação em ambientes tecno-pedagógicos deve, justamente, focar nas competências e não somente no acúmulo de conhecimento, como acontece nas provas e testes padrões. O novo paradigma de avaliação deve também considerar os níveis de interação com os componentes tecnológicos e a participação nas estratégias pedagógicas de aprendizagem ativa.

Para incentivar a aprendizagem ativa, Timmermann e Lingard (2003) sugerem uma avaliação contínua após todas as aulas onde cada aluno deve elaborar um breve documento contendo:

- ***Minute paper***: o ponto mais importante aprendido e a principal questão em aberto que fica após a aula;
- ***Muddiest point***: o ponto mais confuso da aula (pode ser realizado através de *surveys* ao final da aula);
- ***One-sentence summary***: o aluno deve ser capaz de sintetizar os objetivos da aula e identificar os conteúdos e competências trabalhados na aula.

Vale ressaltar que esta forma de avaliação tem um *feedback* imediato tanto para o professor, que enxerga imediatamente após cada aula os pontos mais eficientes e os que podem ser melhor explorados, quanto para o aluno, que participa efetivamente do plano de aula subsequente já que, pela percepção do professor, os pontos de confusão podem ser retrabalhados. Além disso, o aluno pode ser avaliado e monitorado pela evolução da sua competência em compreender, assimilar e sintetizar os tópicos da aula.

Como já definido anteriormente, competência é a conjuntura entre conhecimento, habilidade e atitude. A avaliação de competências adquiridas está em um nível mais sofisticado, pois além de considerar o conhecimento adquirido (como

fazem as provas e teste padrões), deve se preocupar em avaliar individualmente a otimização nos processos (habilidades) de trabalho em equipe, liderança, organização, aquisição de informação, gestão da execução, etc. E ainda, é importante considerar a postura intelectual, emocional e social do aluno (atitude) frente ao seu processo de aprendizagem.

Uma das principais ferramentas de aprendizagem ativa está na no engajamento cognitivo e afetivo dos alunos nas atividades que promovam as habilidades de análise, síntese e avaliação. Para tanto, um elemento chave está na interação entre alunos e conteúdo, alunos e instrutores, alunos e suas ferramentas e entre alunos. Isso significa que o trabalho em grupo se torna uma forma muito eficiente de incentivar o engajamento dos alunos através da interação social que permite a construção de significados em ambiente coletivo, pois o trabalho colaborativo exige que os membros compartilhem recursos, articulem pensamentos, expliquem e justifiquem suas opiniões e atuem em direção a um significado convergente (YUHUA HU & MCLAUGHLIN, 2010).

Para que o trabalho em grupo dê este foco na convergência de significados incentivando a motivação e participação ativa de todos os membros, está sendo proposto um modelo de avaliação pelos pares (*peer assessment*) onde cada aluno faz uma auto avaliação e é também avaliado pelos seus colegas. Para Yuhua Hu e McLaughlin (2010), tal avaliação possibilita (tradução do autor):

- Aumento da motivação, entusiasmo e confiança;
- Sensação de pertencimento no processo de avaliação, encorajando os alunos a ter responsabilidade pelo seu próprio aprendizado;
- Desenvolvimento da competência metacognitiva de “discurso interno” através do diálogo com seus pares na avaliação de seus trabalhos;
- Aumento da reflexão e promoção da aprendizagem profunda;
- Prática das competências transversais necessárias para uma aprendizagem contínua.

Os critérios de auto avaliação e avaliação pelos pares podem ser semelhantes e trabalharão a percepção de desenvolvimento de competências do aluno em relação a si mesmo e em relação aos colegas. Uma maneira ativa de determinar tais critérios é fazendo uma enquete com os próprio alunos para que

venha da percepção deles, em complemento com a percepção do professor, sobre quais devem ser os critérios de avaliação de desenvolvimento de competências.

3.3. Considerações do capítulo

Neste capítulo, apresentou-se o desenvolvimento do conceito de “Tecnopedagogia” proposto pelo autor da tese como pressuposto de que a formação do ser humano está intrinsecamente conectado ao contexto tecnológico. No caso da educação formal, propõe-se o conceito de “ambiente tecno-pedagógico” como pressuposto que converge a estrutura tecnológica, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação de competências de uma disciplina.

Para que o conceito de ambientes tecno-pedagógicos seja aplicável no planejamento, implementação e avaliação de disciplinas de engenharia com foco em inovação (foco desta tese), é importante considerar a hipótese do autor de que é possível elaborar métodos para relacionar objetivamente os três eixos do conceito.

Para isso, propõe-se utilizar as estratégias pedagógicas como eixo de referência buscando determinar, primeiramente, qual é o grau de contribuição de das estratégias no desenvolvimento de competências, como se exemplifica na Figura 2. Os dados são meramente ilustrativos e não correspondem a nenhuma análise de relacionamento qualitativa ou quantitativa.

		COMPETÊNCIAS				
		Habilidades de comunicação oral	Habilidades de comunicação escrita	Trabalho em grupo	Criatividade	Iniciativa
ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS	Aulas expositivas	CP	NC	CP	C	CM
	Aprendizagem baseada em problemas	CM	CM	CM	C	CP
	Design Thinking (ciclos de prototipagem)	CM	CM	CM	C	C
	Orientação	C	C	C	C	CM

NC=Não Contribui; CP=Contribui Pouco; C=Contribui; CM=Contribui Muito

Figura 2 – Matriz de relacionamento entre estratégias pedagógicas e avaliação de competências

Da mesma forma, é possível elaborar outra matriz de relacionamento medindo o grau de contribuição das estruturas tecnológicas para na aplicação das estratégias pedagógicas, como é exemplificado na Figura 3. Novamente, os dados são não correspondem a nenhuma análise de relacionamento qualitativa ou quantitativa.

		ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS				
		Laboratório de fabricação digital (FABLAB)	Oficina CNCs	Oficina de eletrônica	Ambientes para realidade virtual	Ambientes virtuais de aprendizagem
ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS	Aulas expositivas	CP	NC	CP	C	CM
	Aprendizagem baseada em problemas	CM	CM	CM	C	CP
	Design Thinking (ciclos de prototipagem)	CM	CM	CM	C	C
	Orientação	C	C	C	C	CM

NC=Não Contribui; CP=Contribui Pouco; C=Contribui; CM=Contribui Muito

Figura 3 – Matriz de relacionamento entre estratégias pedagógicas e estruturas tecnológicas

Essas matrizes exemplificam modelos de relacionamento dos eixos dos ambientes tecno-pedagógicos para o planejamento, implementação e avaliação de um ambiente tecno-pedagógico como base de disciplinas de engenharia para a inovação. Os exemplos estão incompletos e devem ser elaborados e customizados de acordo com os objetivos de cada disciplina dentro do currículo do curso onde está inserido.

Para tanto testar a aplicação prática deste método de relacionamento dos eixos de ambientes tecno-pedagógicos, o Capítulo 4 apresenta métodos de pesquisa para a identificação de competências transversais a partir da demanda de mercado e para relacionar competências e estratégias pedagógicas a partir da percepção dos alunos. A relação entre estruturas tecnológicas e estratégias pedagógicas será melhor explorada em trabalhos futuros.

4. METODOLOGIA DE PESQUISA E RESULTADOS

Após a revisão bibliográfica sobre os diversos temas que são foco desta tese (Capítulo 2) e a proposição do conceito de ambientes tecno-pedagógicos (Capítulo 3), neste capítulo, apresenta-se as duas principais fontes de informação e aplicação de pesquisa que fundamentam as matrizes de relacionamento dos eixos dos ambientes tecno-pedagógicos, a proposta desta tese.

As duas principais fontes elaboradas são: 1) identificação e quantificação do grau de exposição de competências transversais a partir da demanda de mercado, estudo realizado para entender quais são, de fato, as competências transversais que são demandadas pelo mercado voltado para a inovação; 2) Disciplina 030-3410 da EPUSP, disciplina optativa que foi oferecida nos dois semestres de 2014 na qual o autor desta tese teve oportunidade de participar da observação da disciplina base que inspira esta disciplina (a ME 310 da Universidade de Stanford), estruturação, planejamento implementação e reflexão.

O primeiro estudo contribuiu para a identificação das competências transversais mais citadas nos anúncios de emprego para engenharia elétrica e da computação o que dá bases no desenvolvimento do método matricial para ambientes tecno-pedagógicos, no eixo das competências.

4.1. Competências transversais a partir da demanda de mercado

Este estudo foi aprovado e apresentado pelo autor da tese na *IEEE 44th Annual Frontiers in Education Conference – IEEE FIE 2014*, no tópico “*Professional Skills*” e foi publicado nos anais do evento sob o título “*Transversal Competencies of Electrical and Computing Engineers considering market demand*” (YANAZE & LOPES, 2014) e será disponibilizado na biblioteca digital do IEEE Explore. A IEEE FIE se consolidou , ao longo dos anos, como uma das principais e maiores conferências internacionais na área de Educação em Engenharia Elétrica e da Computação. Em 2014, foi realizada em Madrid, Espanha, no período de 22 a 25 de outubro de 2014. Teve como tema principal “*Opening doors to Innovation an Internationalization in Engineering Education*” com as subcategorias (1) *Innovative practice*, (2) *Research-to-practice* e (3) *Research*.

Para compreender a dimensão da importância das competências transversais na formação do engenheiro para a inovação, é necessário se estabelecer um

diálogo mais efetivo entre a educação em engenharia as demandas de mercado. Isso porque para alcançar a eficiência profissional, o engenheiro deve ter além das competências técnicas e os conhecimentos inerentes ao seu campo de atuação, o desenvolvimento de competências pessoais e sociais como habilidade de comunicação, trabalho em grupo, iniciativa, entre outros (SANCHEZ; GONZALEZ & ALAYON, 2011).

Cada vez mais, o mercado procura profissionais com perfil empreendedor, inovador e criativo e que consiga dialogar e interagir com outros profissionais de maneira proativa e multidisciplinar. Portanto, é muito importante identificar quais são estas competências transversais que, de fato, empresas inovadoras requerem de seus engenheiros.

O estudo a seguir propõe um método para identificar estas competências transversais demandadas pelo mercado como base para construir uma matriz de relação entre estrutura tecnológica, estratégias pedagógicas e desenvolvimento de competências. Esta pesquisa é inspirada pelo trabalho de Lima, Mesquita e Rocha (2013), onde anúncios de emprego para engenheiros de produção de jornais portugueses foram analisados. Os pesquisadores desenvolveram um método de análise longitudinal para extrair as competências citadas nos anúncios para entender as demandas de mercado do contexto português sobre o engenheiro de produção.

4.1.1. Processos de coleta de dados

No caso da pesquisa feita para esta tese, utiliza-se um método similar com a análise de anúncios de emprego encontradas no portal *online* IEEE Job Site - <http://carrers.ieee.org> (último acesso em dezembro de 2014). Com o uso deste portal é possível ter dados mais estruturados para serem analisados a curto e longo prazos, já que a plataforma digital permite salvar as buscas realizadas.

Os anúncios são, em sua grande maioria, voltados para o mercado americano com algum representatividade para a Europa e Ásia. Não foram encontrados anúncios voltados para o mercado brasileiro. No entanto, aqui se propõe um método piloto de análise que pode ser estendida para outras plataformas de anúncios de emprego que tenham maior representatividade do mercado brasileiro. Por ser um portal internacional, usando o inglês como idioma padrão, as buscas, segmentações, análises e resultados serão apresentados neste idioma.

A aquisição de dados seguiu as seguintes etapas:

- procura geral dos anúncios de emprego, segmentando-os pelas categorias definidas pelo próprio IEEE Job Site;
- nova busca com a palavra-chave “*innovation*” (e palavras similares como “*innovative*”) como filtro no título e/ou no escopo do anúncio, também segmentando pelas categorias do IEEE Job Site
- Com foco nos anúncios filtrados dentro da categoria “*Engineering*”, foram analisados com maior detalhamento:
 - Quantos artigos citam competências técnicas;
 - Quantos artigos citam competências transversais;
 - Quais são as competências transversais citadas e em qual grau de intensidade (em quantos anúncios as mesmas competências são citadas).

Neste estudo, os dados coletados são referentes a buscas realizadas no portal de anúncios IEEE Job Site em abril de 2014 e foi tabulado.

4.1.2. Análise de dados e resultados

A primeira análise realizada foi a proporção entre o total de anúncios e os anúncios com a palavra “*innovation*” no título e/ou no escopo do oferta de emprego. Nesta análise, observou-se que do total dos 1775 anúncios do site, 486 apresentaram a palavra-chave “*innovation*” em seu conteúdo, representando 27,38%.

A Tabela 1 demonstra por categoria as quantidades em números absolutos e em porcentagem dos totais dos anúncios e também as quantidades dos anúncios com a *tag* “*innovation*”. Nesta tabela é possível observar o quanto a inovação é explicitada nos anúncios por categoria:

Tabela 2 – Total de anúncios e anúncios com a tag “*innovation*”, por categoria

IEEE Categories	TOTAL	TOTAL (%)	TAG Innovation	TAG Innovation (%)
Engineering	1392	78,42%	390	28,02%
Communications	875	49,30%	273	31,20%
Electronics Engineer	589	33,18%	210	35,65%
Circuits and Systems	488	27,49%	147	30,12%
Quality Control	295	16,62%	131	44,41%
Computer Engineering	415	23,38%	115	27,71%
Energy	300	16,90%	107	35,67%
Biomedical Engineering	233	13,13%	104	44,64%
Management	257	14,48%	90	35,02%
Robotics	163	9,18%	73	44,79%
Consulting	240	13,52%	69	28,75%
Aerospace and Electronic Systems	208	11,72%	56	26,92%
Control Systems	209	11,77%	56	26,79%
Instrumentation and Measurement	210	11,83%	54	25,71%
Information Technology	113	6,37%	28	24,78%
Design/Development Engineering	116	6,54%	25	21,55%
Research	75	4,23%	23	30,67%
Software Engineering	95	5,35%	22	23,16%
Computer Programming/Systems	101	5,69%	20	19,80%
Signal Processing	52	2,93%	18	34,62%
Electromagnetics	45	2,54%	16	35,56%
Semiconductors	37	2,08%	14	37,84%
Nuclear and Plasma Sciences	65	3,66%	11	16,92%
Environment, Health, and Safety	21	1,18%	10	47,62%
Power Engineering	88	4,96%	10	11,36%
Antennas and Propagation	25	1,41%	8	32,00%
Lasers and Electro-Optics	22	1,24%	7	31,82%
Faculty	29	1,63%	7	24,14%
Nanotechnology	10	0,56%	5	50,00%
Vehicular Technology	1	0,06%	1	100,00%
Broadcast Technology	4	0,23%	0	0,00%
Legal	1	0,06%	0	0,00%

Nesta tabela é possível indicar que alguns campos de atuação do engenheiro eletricista e da computação estão mais aderentes à inovação, enquanto outros campos requerem uma atuação mais tradicional de engenharia. Por exemplo, os anúncios referentes às categorias Nanotecnologia, Meio Ambiente, Saúde e Segurança, Robótica, Engenharia Biomédica e Controle de Qualidade têm maior aderência à inovação. Tais categorias apresentam mais de 40% dos anúncios com a tag “*innovation*” explicitada em seus títulos ou escopos. Tal fato pode ser explicado pela constante necessidade de soluções inovadoras através da atuação do engenheiro em descobrir e desenvolver novos processos e produtos em tais áreas.

Em contraponto, anúncios das categorias de Programação, Sistemas de Programação, Ciências Nucleares e de Plasma e Engenharia de Energia não evidenciam tanto a *tag* “*innovation*”. Tais categorias apresentam menos de 20% dos anúncios que citam inovação no título ou escopo. Uma explicação possível seria a necessidade de um foco mais tradicional no trabalho sistemático do engenheiro em tais áreas.

Uma segunda análise foi realizada nos anúncios da categoria *Engineering* com a *tag* “*innovation*”, em um total de 390 anúncios. O foco nesta categoria foi para filtrar os empregos voltados diretamente para a atuação profissional do engenheiro, desconsiderando os empregos administrativos e acadêmicos e de consultoria.

Cada um dos 390 anúncios foram detalhadamente analisados. Com isso, foi possível observar quantos anúncios citavam competências técnicas (inerentes à atuação do engenheiro) e competências transversais. A Figura 4 exemplifica um anúncio analisado em profundidade com destaque dos pontos de atenção.

Package Electrical Engineer (NCG)

Location: (US,;San Jose, CA, 95115,)
Date: 04/04/2014
Job Code: altera-3851
Categories: Engineering
Semiconductors
Communications
Design/Development Engineering

Description

At [REDACTED], we take pride in creating an energetic and dynamic work environment that is driven by ingenuity and innovation. We believe the growth and success of our company is directly linked to the growth and satisfaction of our employees. That is why [REDACTED] is committed to a work environment that is flexible and collaborative, and allows our employees to reach their full potential.

[REDACTED] Corporation is the pioneer of programmable logic solutions, enabling system and semiconductor companies to rapidly and cost effectively innovate, differentiate and win in their markets. [REDACTED] combines the programmable logic technology originally invented in 1983 with software tools, intellectual property, and customer support to provide high-value programmable solutions to over 13,000 customers worldwide. [REDACTED] is headquartered in San Jose, California, and employs approximately 3,000 people in 19 countries.

As a Senior Design Engineer, you will work as part of the Packaging Design team to develop advanced interconnect solutions for the high-end product suite of [REDACTED] next generation FPGA. Your specific responsibilities will include but are not limited to the following:

- * Work with IC design team to define die-package-system co-design specifications
- * Work with layout engineers to establish design rules and constraints to meet performance and cost target
- * Perform R&D development to high-end interfaces of parallel memory, 40G/56G transceiver, and system-in-package including 2.5D/3D stacking die

The successful candidate's minimum qualifications will include the following:

- * PhD in Electrical Engineering or equivalent
- * Completed upper division course work in microwave and communication theory
- * Prior experience with packaging design, SIPI, and jitter theory
- * Excellent problem solving skills
- * Strong communication and written skills

Technical Skills

Soft Skills

Figura 4 – Exemplo de anúncio extraído do IEEE Job Sites e destaque da análise

Os 390 anúncios analisados foram compilados em uma tabela que se encontra no APÊNDICE B e que apresenta toda a base de dados que permitiram as seguintes análises.

Na Tabela 3, é possível observar que praticamente todos os anúncios citam as competências técnicas (99,23%), tornando explícitos o conhecimento, as habilidades, metodologias, competências, certificações e experiência em *hardware* e *software* esperados para a atuação profissional eficiente do engenheiro. Ao mesmo tempo, a maioria muito significativa dos anúncios citam ao menos uma competência transversal (85,38%).

Tabela 3 – Citação de competências técnicas e transversais nos anúncios com tag “*innovation*” da categoria *Engineering*

ENHANCED SKILLS	TOTAL	%
Enhances technical skills?	387	99,23%
Enhances soft skills?	333	85,38%

A Tabela 4 apresenta a quantidade de anúncios por número de competências transversais citadas. Observa-se que existe uma concentração de anúncios que citam de 2 a 5 competências transversais.

Tabela 4 – Quantidade de anúncios com tag “*innovation*” da categoria *Engineering* pelo número de competências transversais citadas

NUMBER OF SOFT SKILLS ENHANCED	TOTAL OF ADS
17	2
12	1
11	5
10	4
9	9
8	6
7	24
6	35
5	57
4	49
3	57
2	56
1	28
0	57

Um dos principais objetivos desta pesquisa é identificar as competências transversais mais citadas na demanda de mercado e em qual grau de frequência tais competências são reforçadas nos anúncios de emprego para inovação em engenharia.

A Tabela 5 mostra a porcentagem de ocorrência das 28 competências transversais identificadas nos 390 anúncios com tag “innovation” da categoria Engineering. Tais competências foram citadas de forma explícita e separada das competências técnicas e são relacionadas às atitudes esperadas pelas empresas que o candidato ao emprego deve ter. A tradução dos termos se encontra no APÊNDICE C.

Tabela 5 – Identificação e quantificação das competências transversais encontradas nos anúncios com tag “innovation” da categoria Engineering que citam competências transversais

É notória a quantidade de anúncios que citam as habilidades de comunicação (74,17% do total de anúncios que citam competências transversais). A grande parte desses anúncios citam tais competências como habilidade de comunicação verbal e oral para a realização de apresentações e para representar a empresa. Existem, no entanto, anúncios que especificam a necessidade de habilidades de comunicação para o relacionamento e trabalho em grupo, relacionamento com o cliente e fornecedores. Alguns anúncios citam a importância em saber se comunicar bem com os gestores e diretores da companhia.

Neste sentido, uma competência transversal importante é a habilidade de trabalhar em grupo (49,25% dos anúncios), seja como um supervisor ou como parte do grupo. Também a capacidade de liderança é citada de forma recorrente (35,74% dos anúncios).

Diversos anúncios citam a disposição e flexibilidade em viajar (27,03% dos anúncios) demonstrando que as empresas estão atuando, se expandindo e se relacionando com diversas culturas e sociedades.

Outro fator importante para a inovação em engenharia é a capacidade de interagir com outros profissionais de outros campos de conhecimento já que o trabalho em grupos multidisciplinares é bastante citado (23,72% dos anúncios).

Já em convergência com competências técnicas, são citadas as habilidades em resolver problemas (21,92% dos anúncios) e a capacidade de analisar e desenvolver soluções conceituais para tarefas (21,92% dos anúncios).

Estas análises se constituem em como este método de identificação e quantificação de competências transversais a partir das demandas do mercado pode ser implementada como base de reflexão em como as escolas de engenharia estão (se estão) alinhadas com tais demandas.

Por exemplo, a grande quantidade de anúncios que citam as habilidades de comunicação demonstra a importância desta competência para o mercado. Ao mesmo tempo, é possível inferir que a explicitação de tal competência nos anúncios de emprego pode significar que os engenheiros não tem uma formação adequada que incentive o desenvolvimento e tais competências.

Assim, este estudo colabora no amadurecimento de um método de análise das demandas de mercado sobre a formação do engenheiro eletricista e de computação a partir de anúncios de emprego. Este método pode ser aprimorado e

direcionado para o contexto brasileiro ao utilizar plataformas como a Catho¹⁴ ou até mesmo o LinkedIn¹⁵, segmentando para os anúncios no Brasil.

Como estudo para o desenvolvimento do método, foi adequado ter utilizado o IEEE Job Site por se tratar de um portal de excelência e referência internacional sobre a Engenharia Elétrica e de Computação, deixando evidente quais são as competências transversais mais evidenciadas na demanda global de empregos para a inovação.

4.2. Competências transversais na prática tecno-pedagógica

O autor desta tese acompanhou o desenvolvimento da disciplina 030-3410 oferecida pela EPUSP em todas as etapas desde a observação e participação como *teaching assistant* (auxiliar de professor) na disciplina de referência ME310 – *Design Innovation* da Universidade de Stanford, na Califórnia – EUA, até o planejamento, implementação, orientação, avaliação e reflexão sobre a disciplina 030-3410. Ambas disciplinas se caracterizam pela promoção do desenvolvimento de produtos inovadores, trabalhando no desenvolvimento de competências transversais voltadas à inovação. Assim, a disciplina 030-3410 se torna um ponto de observação e intervenção importante para esta tese, sendo uma oportunidade de aplicação e validação das bases teóricas aqui propostas.

Detalhes do planejamento e implementação da primeira edição da disciplina 030-3410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos, está no artigo “estudo da utilização de espaços físicos não convencionais no ensino de desenvolvimento de produtos” apresentado em pôster no COBENGE 2014 (GONZALES, YANAZE, ZANCUL & LOPES, 2014), com coautoria do autor desta pesquisa. Destaca-se a seguir, os principais pontos que convergem com os objetivos desta tese.

4.2.1. Parceria com a Universidade de Stanford através da disciplina ME310

A disciplina ME310 – *Design Innovation*¹⁶ da Universidade de Stanford é uma disciplina onde se aplica a aprendizagem ativa através de técnicas e processos de *Design Thinking* para o desenvolvimento de produtos voltados a demandas e expectativas de empresas reais em conciliação ao conhecimento, didática e

¹⁴ Disponível em <www.catho.com.br>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

¹⁵ Disponível em <www.linkedin.com>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

¹⁶ Mais informações em <<http://me310.stanford.edu/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

infraestrutura de excelência e referencia global da Universidade de Stanford. Está atrelada ao programa *Center for Design Research* da Universidade de Stanford e é apoiada pelos recursos dos renomados D-School¹⁷ e da *Product Realization Lab*¹⁸ da universidade.

A ME310 é uma disciplina de oito meses de duração e que conta com parcerias com universidades e organizações de outros países. Neste modelo de parceria interinstitucional, são formados grupos com alunos da Universidade de Stanford (voltado para os alunos de *design*, engenharia e gestão de projetos) e alunos de uma universidade parceira de outro país que se responsabiliza por conseguir o contato e formalização de cooperação de uma empresa de seu país que assume o papel de patrocinadora-cliente através de uma doação que possibilita o intercâmbio entre os alunos e equipe de professores e formulando um *briefing* que será o objeto de desenvolvimento pela equipe global.

Assim, são formadas equipes internacionais geralmente com 4 alunos de pós-graduação da Universidade de Stanford e 4 alunos da universidade parceira que vão apresentar, ao final da disciplina, uma proposta de desenvolvimento, seja um produto, processo ou serviço que responde às necessidades apresentadas pela empresa patrocinadora-cliente.

Durante os oito meses de duração da disciplina, ocorrem 2 encontros presenciais na Universidade de Stanford, sendo o primeiro o *kickoff* da disciplina onde são formalizadas as equipes e apresentado o *briefing* e organizado a forma de trabalho à distância, e o segundo, na finalização da disciplina onde é realizada a apresentação dos protótipos finais através de uma exposição de todos os grupos em plenária e aberta ao público em uma feira de exposição das propostas, conhecida como EXPE, apontando para *Stanford Design EXPErience*¹⁹. Em uma oportunidade, os alunos de Stanford visitam a universidade parceira para reforçar o caráter global e multidisciplinar da disciplina.

É importante citar que, a partir da experiência da ME310, as universidades participantes são convidadas a participar de uma rede chamada SUGAR (Stanford University Global Alliance for Re-design) onde, seguindo a mesma metodologia de trabalho e calendário da disciplina, são formadas equipes entre as universidades

¹⁷ Mais informações em: <<http://dschool.stanford.edu/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

¹⁸ Mais informações em: <<https://productrealization.stanford.edu/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

¹⁹ Mais informações em: <<http://expe.stanford.edu/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

paralelamente à ME310 e independente de alunos da Universidade de Stanford. No SUGAR, equipes globais são formadas e desenvolvem produtos para empresas reais, no mesmo molde da disciplina. Os produtos também são apresentados em plenária em Stanford, um dia antes das apresentações das equipes da disciplina.

No infográfico da Figura 5, destaca-se a rede de parcerias globais da edição 2013-2014 da ME310 e SUGAR.

Figura 5 - Infográfico da rede global de parcerias da ME310 e SUGAR 2013-2014

Como TA (*teaching assistant*), o autor desta tese participou dos dois eventos presenciais na Universidade de Stanford, tanto do *kickoff* quanto do EXPE, além de acompanhar em observação algumas reuniões por videoconferência entre os alunos e auxiliar em assessoria o desenvolvimento dos protótipos vivenciando diretamente uma experiência de aprendizagem ativa através de técnicas de *Design Thinking*.

Esta metodologia empregada na ME310 propõe ciclos de prototipagem que vão conciliando momentos de divergência (criação e abertura de opções) e

convergência (conciliação das melhores opções) ao mesmo tempo em que requer momentos de análise e síntese, ou seja, detalhar problemas e conciliar ideias. Este movimento de abertura de opções e escolha de soluções direcionam a um melhor entendimento do problema até chegar em uma proposta final de solução, como demonstra o infográfico da Figura 6.

Figura 6 – Processo de desenvolvimento de produtos da ME310

Como é possível observar no infográfico, a metodologia da disciplina prevê: 1) definição e redefinição de problemas complexos, encontrando pontos de base em meio à indeterminação; 2) descobertas de benefícios, ao ter uma compreensão melhor do usuário; 3) ideação por divergência-convergência, multiplicando e sintetizando ideias de projeto; 4) prototipagem rápida e múltipla, transformando as ideias em objetos tangíveis, testáveis e comparáveis; 5) construção e demolição, onde se aprende com os acertos e erros do processo através de testes. Esta metodologia de aprendizagem por *Design Thinking* toma como base o processo cíclico de desenvolvimento de produtos desenvolvido pela parceria Universidade de Stanford e IDEO, como demonstra a Figura 7.

Figura 7 – Metodologia de Processo cíclico de desenvolvimento de produtos da ME310

Um dos principais diferenciais desta metodologia está no forte incentivo de aprendizagem através da múltipla prototipagem rápida. Verifica-se o incentivo a colocar qualquer ideia em tangibilidade usando métodos rápidos e baratos para testar a sua eficiência e relevância em relação ao problema. Assim como na metodologia de *Design Thinking* explorada no Capítulo 2 demonstra diversas fases de prototipagem, na ME310 também há diversas entregas de protótipos que possibilitam a aprendizagem ativa: o protótipo de função crítica, protótipo “*dark horse*” (azarão), protótipo “desajustado”, protótipo funcional e protótipo final.

Nesta edição da parceira Stanford-USP pela ME310, a equipe formada contava com 4 alunos de Stanford e 4 alunos nos anos finais da graduação de diversos cursos (Engenharia de Produção, Engenharia de Computação e Design) e foi apoiada e direcionada pela Embraer, maior empresa brasileira aeroespacial. O *briefing* do projeto residia em melhorar a experiência de viagem (desde a compra da passagem, *check-in*, embarque, voo, desembarque e retirada de pertences) de passageiros com necessidades especiais. Foram propostas duas soluções para o caso dos cadeirantes: uma nova forma de armazenar e gerenciar o transporte da cadeira de rodas do passageiro e uma cadeira intermediária de fácil acessibilidade e transporte compatível com a poltrona tradicional dos aviões, evitando o carregamento manual por parte dos comissários de bordo.

Pela observação e interação com os alunos, foi possível verificar que existe a percepção de que a disciplina, mais do que levar à assimilação de conhecimentos específicos, incentiva o desenvolvimento de competências voltadas ao trabalho em equipe, multidisciplinaridade, multiculturalismo, comunicação, resolução de problemas, capacidade analítica, entre outros. As competências transversais são amplamente incentivadas e fazem parte do processo de avaliação do aluno, apesar de não ser explícito.

Portanto, na disciplina ME310 foi possível observar e vivenciar um exemplo reconhecido mundialmente e de excelência de proposta de ambiente tecnopedagógico, foco desta pesquisa, aliando estrutura tecnológica de ponta, estratégias educacionais focadas em aprendizagem ativa pelo *Design Thinking* e desenvolvimento de competências. Como método de avaliação, a disciplina contava com diversos professores assistentes que acompanhavam de forma mais direta as equipes e davam retornos e analisavam a evolução dos alunos. A participação no EXPE se torna o principal ponto de avaliação onde a reação das empresas clientes e do potencial público usuário visitante da feira de exposição pelas apresentações profissionais e recepção na feira de exposição são consideradas.

Assim, são consideradas as competências dos alunos em trabalhar em equipe, aplicar as técnicas de *design thinking*, apresentar profissionalmente um projeto através da exposição oral, escrita e em feira, a competência de desenvolver um protótipo, entre outras competências. Tais competências são melhor identificadas, qualificadas e quantificadas na aplicação de pesquisa estruturada na disciplina 030-3410.

4.2.2. Conceito da disciplina 030-3410 – EPUSP

A disciplina 030-3410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos é uma contrapartida do apoio recebido pela Universidade de São Paulo (pela da Pró-Reitora de Graduação e pelo programa de NAP, pelo NAP-CITI – Centro Interdisciplinar em Tecnologias Interativas – e NAP-OIC – Observatório da Inovação e Competitividade), pela EPUSP (recursos adicionais para a infraestrutura do laboratório) e pela associação Amigos da POLI (edital do fundo de *endowment*) para a implementação do InovaLab@POLI, um laboratório multidisciplinar e presente em diferentes unidades da EPUSP voltado para apoiar o desenvolvimento de projetos tecnológicos na USP.

O InovaLab@POLI conta com diferentes espaços físicos e tem coordenação de professores de diversos departamentos da EPUSP para incentivar através de ensino, pesquisa e extensão o desenvolvimento de produtos e soluções tecnológicas inovadoras. Conta hoje com uma sala de projetos com infraestrutura para a realização de reuniões e videoconferências, computadores com *softwares* de CAD, gestão e desenvolvimento, impressoras 3D e material de escritório e papelaria para prototipagem rápida; oficina de protótipos com ferramentas e equipamentos básicos de construção e equipamentos CNC como torno, centro de usinagem e cortadora a *laser* e oficina de protótipos para projetos de eletrônica, computação gráfica e sistemas interativos.

A disciplina 030-3410 surge com base na experiência na disciplina ME310, sendo adaptada para a realidade da Universidade de São Paulo e para o contexto de estar ainda em suas primeiras edições estando, portanto, ainda em fase de implantação, modificação e reflexão. Diferente da ME310, a 030-3410 tem oferecimento semestral correspondendo na prática a 4 meses de duração (diferente aos 8 meses da ME310). Ao mesmo tempo, a 030-3410 é optativa e é oferecida “concorrendo” com outras disciplinas já que é oferecida para alunos de graduação, enquanto a ME310 é uma disciplina para alunos de pós-graduação e conta com uma certa exclusividade. A ME310 é global e já é oferecida a décadas, sendo consolidada e bem reconhecida, facilitando a parceria com universidades em todo o mundo e a participação de empresas patrocinadoras-clientes. No caso da 030-3410, a adaptação possível foi promover a interdisciplinaridade pelos diversos cursos da USP e contar com uma parceria isenta de apoio financeira por parte das empresas.

Especificamente sobre a 030-3410, é uma disciplina optativa oferecida pela EPUSP (não está vinculada diretamente a nenhum departamento específico) e é aberta para todos os alunos da USP, sendo direcionado para ser composto por 50% de alunos da EPUSP, 16,7% para alunos de Design ou Arquitetura da FAU-USP, 16,7% de alunos de Administração, Ciências Econômicas ou Contabilidade da FEA-USP e mais 16,7% de alunos de qualquer outra unidade, promovendo a experiência multidisciplinar já que as equipes foram constituídas nesta mesma proporção. A disciplina foi oferecida uma vez em cada semestre de 2014 e tem perspectivas de continuar a ser oferecida, tendo alta aceitação e indicação dos próprios alunos.

Na primeira edição, no primeiro semestre de 2014, foram oferecidas 60 vagas. Já na segunda edição, no segundo semestre de 2014, foram oferecidas 42

vagas seguindo a mesma proporção de inscrição por curso. Houveram ajustes, implementações e melhorias entre as duas edições a partir das lições aprendidas mas em ambos casos contou-se com a participação de empresas ou instituições reais, com demandas reais e os alunos, reunidos em equipes propositalmente multidisciplinares, foram incentivados a utilizar as técnicas de *Design Thinking* para desenvolver diversos protótipos e assimilar, por aprendizagem ativa, diversas competências técnicas e transversais.

A disciplina 030-3410 conta com o apoio dos espaços de desenvolvimento do InovaLab@POLI além de outros laboratórios e oficinas da USP como o LAME (Laboratório de Modelos e Ensaio) da FAU-USP, já que envolvem alunos de diferentes unidades. Os espaços do InovaLab@POLI foram disponibilizados em horários estendidos incluindo acesso em finais de semana e feriados, com autorização dos professores da disciplina.

Pelo tempo reduzido, em relação à disciplina ME310 e pelas adaptações necessárias realizadas na 030-3410, durante a disciplina ocorrem 3 ciclos de prototipagem com diversas entregas sistematizadas em missões para promover a aprendizagem ativa pelo *Design Thinking*, como é possível verificar no *slide* da Figura 8, disponibilizado na primeira aula e lembrado ao longo do curso.

Figura 8 – Missões de entregas e prototipagem da disciplina 030-3410

O esquema de missões indica que na disciplina são realizados os ciclos de prototipagem da função crítica, “dark horse” e funcional (que converge o *funk* e o funcional). A cada ciclo, os alunos são incentivados a apresentar seus protótipos em aula mas também a testá-los com o cliente e, quando possível, com os usuários finais para que, de fato, os projetos sejam centrados no usuário. Foram realizadas assessorias presenciais em sala de aula e remotamente através de contatos por rede social e e-mail com professores e consultores. Nas duas edições foi utilizado um grupo fechado em rede social para a rápida comunicação de avisos e compartilhamento de experiências inovadoras no desenvolvimento de produtos. Também foi disponibilizado um AVA como repositório dos materiais das aulas e plataforma de protocolamento de entregas de arquivos por parte dos alunos.

Nas duas edições foi possível firmar parceria com empresas e instituições para que atendessem os alunos como clientes e elaborassem *briefings* de acordo com suas demandas e expectativas reais. Assim, promove-se o PBL de forma eficiente e aplicado já que os alunos tiveram que interagir com um cliente real com um problema real. Exemplos de organizações parceiras foram empresa

multinacional de desenvolvimento de produtos diversos, indústria aeronáutica, defesa civil, instituições de ensino, empresa de elevadores, hospital, entre outras. Assim, a 030-3410 tem respaldo de uma gama variada e enriquecedora de parceiros possibilitando uma experiência bastante relevante para os alunos e professores.

Cada missão entregue constitui em avaliação para os grupos por parte dos professores e equipe de assistentes havendo a complementação e individualização das notas através da auto avaliação e avaliação de pares onde o grupo determina o nível de participação de cada aluno e a relevância desta participação dentro de cada grupo. Esta forma de avaliação tem se tornado usual no contexto da aprendizagem ativa, transferindo parte da responsabilidade da nota para o próprio aluno que, então, tem uma nova forma de motivação e engajamento com o seu próprio aprendizado além de incentivar o seu senso crítico e analítico.

Ao final da disciplina, houve uma apresentação dos grupos onde seus protótipos foram mostrados para professores, alunos e convidados incluindo a participação de representantes das empresas clientes. A disciplina, apesar de ter só duas edições completas, já foi reconhecida como inovadora na sua proposta e metodologia de ensino e aprendizagem por diversos meios de comunicação, sendo, também, condecorada com um prêmio em inovação no ensino.

Ao final das duas edições das disciplinas também foi aplicado um questionário elaborado pelo autor desta tese com apoio do Poli-Edu para extrair dados relevantes para a melhoria da disciplina e para o amadurecimento de pesquisas em educação em engenharia. Na primeira edição, o questionário foi disponibilizado em papel e o aluno preencheu no dia da apresentação (APÊNDICE D) contando com 36 respondentes. Já na segunda edição, o questionário foi disponibilizado de forma digital *online* para que o aluno pudesse preencher em momento mais oportuno e para sistematizar as respostas em um banco de dados de forma mais ágil (APÊNDICE E) contando com 22 respondentes. Ambas versões de questionário seguem a mesma ordem de questões tendo algumas pequenas modificações na segunda versão para aumentar a riqueza de informação. Seguem a explicação de cada questão e os principais resultados obtidos.

É importante salientar que os resultados da primeira edição balizaram discussões e reflexões sobre a disciplina e a sua estrutura para otimizar processos e melhorar conteúdos e atividades na segunda edição.

A primeira questão busca verificar como os alunos qualificaram a experiência de uso dos espaços de desenvolvimento do InovaLab@POLI para disciplina em uma nota de 1 a 5, sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado. A nota (0) significa que não houve uso do espaço/estrutura e não foi considerado no cálculo da nota média.

A Tabela 6 mostra os resultados da avaliação das estruturas tecnológicas da disciplina dos dois semestres, mostrando a sua distribuição por notas tanto em contagem absoluta quanto em porcentagem. Mostra-se a média de cada semestre para comparabilidade. A seguir, nos gráficos das Figuras 9 a 12, demonstra-se a distribuição percentual por notas comparando os dois semestres na avaliação o de cada estrutura tecnológica da disciplina.

Tabela 6 – Avaliação das estruturas tecnológicas da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

		AVALIAÇÃO DAS ESTRUTURAS TECNOLÓGICAS	CONTAGEM				%			
			Sala de aula	Sala de projetos	Oficina de prototipagem	Oficina de eletrônica	Sala de aula	Sala de projetos	Oficina de prototipagem	Oficina de eletrônica
1º Semestre	0		0	0	0	26	0%	0%	0%	72%
	1		0	9	9	0	0%	25%	25%	0%
	2		0	0	6	2	0%	0%	17%	6%
	3		5	6	11	6	14%	17%	31%	17%
	4		19	14	8	2	53%	39%	22%	6%
	5		12	7	2	0	33%	19%	6%	0%
	Média		4,2	3,3	2,7	3,0				
2º Semestre	0		0	4	2	15	0%	19%	10%	71%
	1		0	0	0	0	0%	0%	0%	0%
	2		0	0	0	1	0%	0%	0%	5%
	3		3	0	1	1	14%	0%	5%	5%
	4		7	8	10	0	33%	38%	48%	0%
	5		11	9	8	4	52%	43%	38%	19%
	Média		4.4	4.5	4.4	4.2

Figura 9 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410

Figura 10 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410

Figura 11 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410

Figura 12 – Distribuição das notas das avaliações da SALA DE AULA da disciplina 030-3410

Os resultados demonstram que da primeira edição para a segunda houve uma grande mudança quanto ao uso e a qualidade da infraestrutura disponibilizada para os alunos. Todas as notas médias aumentaram. No entanto verifica-se o menor uso da sala de projetos e da oficina de prototipagem visto que houveram mais projetos de aplicativos na segunda edição. A oficina de eletrônica teve baixo uso nas duas edições.

Na segunda questão, os alunos qualificaram as estratégias de ensino e aprendizagem ativa por técnicas de *Design Thinking* em nota de 1 a 5, sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado. Para melhor visualização dos resultados, também foi elaborada a Tabela 7 com a distribuição das notas em contagem absoluta e média, além de detalhar nos gráficos das figuras de 13 a 21 a distribuição das notas de cada estratégia pedagógica.

É importante notar que, apesar de Redes Sociais e AVA serem estruturas tecnológicas o seu uso foi considerado como uma estratégia pedagógica de interação entre professores e alunos com a troca de mensagens rápidas e compartilhamento de dados nas redes sociais e disponibilização de materiais das aulas e servindo como interface de postagem de trabalhos no AVA. No sentido de auxiliar o aluno a organizar a gestão do tempo protocolando as suas entregas, o uso do AVA foi empregado para o desenvolvimento de competências de organização dos grupos.

Tabela 7 – Avaliação das estratégias Pedagógicas da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

		CONTAGEM								
ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS		Aulas expositivas	Aprendizagem por projeto	Missões	Ciclos de prototipagem	Trabalho em equipe multidisciplinar	Assessoria presencial	Assessoria remota	Redes sociais	Utilização de AVA
1º Semestre	1	0	0	0	0	1	0	1	1	5
	2	0	0	2	1	0	0	0	0	8
	3	12	3	4	4	4	0	4	3	14
	4	15	11	13	15	7	16	15	7	1
	5	8	22	17	16	24	20	13	24	5
	Média	3,9	4,5	4,3	4,3	4,5	4,6	4,2	4,5	2,8
2º Semestre	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0
	3	2	1	2	1	0	1	1	2	1
	4	11	6	4	5	3	6	8	8	7
	5	8	14	14	14	17	14	11	11	13

	Média	4,3	4,6	4,5	4,5	4,7	4,6	4,3	4,4	4,6
--	--------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Figura 13 – Distribuição das notas das avaliações das AULAS EXPOSITIVAS da disciplina 030-3410

Figura 14 – Distribuição das notas das avaliações da APRENDIZAGEM POR PROJETO da disciplina 030-3410

Figura 15 – Distribuição das notas das avaliações das MISSÕES da disciplina 030-3410

Figura 16 – Distribuição das notas das avaliações dos CICLOS DE PROTOTIPAGEM da disciplina 030-3410

Figura 17 – Distribuição das notas das avaliações do TRABALHO EM EQUIPE MULTIDISCIPLINAR da disciplina 030-3410

Figura 18 – Distribuição das notas das avaliações da ASSESSORIA PRESENCIAL da disciplina 030-3410

Figura 19 – Distribuição das notas das avaliações da ASSESSORIA REMOTA da disciplina 030-3410

Figura 20 – Distribuição das notas das avaliações da utilização das REDES SOCIAIS da disciplina 030-3410

Figura 21 – Distribuição das notas das avaliações da UTILIZAÇÃO DO AVA da disciplina 030-3410

Percebe-se imediatamente um melhor uso do AVA da disciplina ficando mais claro o seu papel de apoio ao decorrer das aulas. De um modo geral, o trabalho em equipe multidisciplinar é um aspecto forte da disciplina, visto que o potencial de interação entre unidades da USP não é explicitamente incentivado, mesmo nas disciplinas eletivas abertas. A 030-3410 se torna uma disciplina modelo de promoção da interdisciplinaridade. Outro ponto importante é o uso efetivo do PBL como metodologia de aprendizagem ativa, pois promove a experiência com problemas reais e direciona a aprendizagem pela prática. Para isso, o papel de facilitador e assessor do professor e equipe fica evidente como fundamental para suportar a estratégia.

Na terceira questão, foi verificado o relacionamento dos alunos com as empresas clientes. Esta questão foi detalhada em diversos aspectos e auxilia na melhoria do *briefing* e do grau de participação e interação que deve ser concordado entre professores e representantes das empresas. Cada um desses aspectos foram qualificados em notas de 1 a 5, sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado.

Foi elaborada a Tabela 9 contendo a distribuição por notas dos dois semestres em contagem absoluta, porcentagem e média por semestre. Depois a

distribuição de notas foi detalhada por aspecto avaliado da relação com o cliente nos gráficos das Figuras de 22 a 26.

Tabela 8 – Avaliação do relacionamento com o cliente na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

		CONTAGEM					%				
		RELACIONAMENTO COM O CLIENTE									
		Clareza do briefing	Acesso e disponibilidade	Disponibilização de informações(contato telefônico)	Disponibilização de informações (reunião)	Engajamento do cliente	Clareza do briefing	Acesso e disponibilidade	Disponibilização de informações(contato telefônico)	Disponibilização de informações (reunião)	Engajamento do cliente
1º Semestre	1	5	6	8	8	11	14%	17%	22%	22%	31%
	2	8	7	4	6	11	22%	19%	11%	17%	31%
	3	11	13	14	16	9	31%	36%	39%	44%	25%
	4	7	4	5	3	1	19%	11%	14%	8%	3%
	5	5	5	4	2	3	14%	14%	11%	6%	8%
	Média	3,0	2,9	2,8	2,6	2,3					
2º Semestre	1	1	0	1	1	1	5%	0%	5%	5%	5%
	2	2	3	2	2	1	10%	14%	10%	10%	5%
	3	3	6	6	5	4	14%	29%	29%	24%	19%
	4	12	6	5	5	6	57%	29%	24%	24%	29%
	5	3	6	7	8	9	14%	29%	33%	38%	43%
	Média	3,7	3,7	3,7	3,8	4,0

Figura 22 – Distribuição das notas das avaliações da CLAREZA DO BRIEFING do cliente

Figura 23 – Distribuição das notas das avaliações do ACESSO E DISPONIBILIDADE do cliente

Figura 24 – Distribuição das notas das avaliações da DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO (CONTATO POR TELEFONE) do cliente

Figura 25 – Distribuição das notas das avaliações da DISPONIBILIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO (REUNIÃO) do cliente

Figura 26 – Distribuição das notas das avaliações do ENGAJAMENTO DO CLIENTE

Nota-se de imediato que o relacionamento com o cliente teve uma melhora significativa. Isso se deve, em grande parte, por conta do estabelecimento de diretrizes claras para firmar a parceria de maneira eficiente. Na primeira edição, como primeira experiência, não estava tão claro como e quão frequente deveria ser a interação entre as equipes e os representantes das organizações clientes. Com esta experiência e a constatação de diversos problemas de acesso e disponibilidades verificados em um grupo focal com os alunos, foram desenvolvidas diretrizes mais claras para estabelecer uma parceria enriquecedora tanto para a disciplina quanto para as organizações. Na apresentação final da segunda turma houve a presença de representantes de todas as organizações.

A quarta questão busca avaliar, a partir da percepção dos alunos, o quanto cada competência transversal foi incentivada a partir da disciplina. Em outras palavras, como a disciplina colaborou, na média, no desenvolvimento de competências dos alunos. As competências listadas foram destacadas em reuniões do Poli-Edu e congregam as principais competências identificadas e reforçadas no estudo anterior de competências transversais para a inovação a partir da demanda do mercado e as especificações das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Resolução CNE/ CES (2002). Para cada competência listada, os alunos qualificam o grau de desenvolvimento antes e depois da disciplina

em uma escala de 1 a 5, sendo 1- para pouco desenvolvido e 5 – para muito desenvolvido. Foi elaborada a Tabela 9 com a distribuição da notas em porcentagem e média do grau de desenvolvimento das competências para antes e depois da disciplina nas duas edições, indicando o quanto a mesma contribuiu para o aprimoramento de tal competência.

Tabela 9 – Avaliação da percepção dos alunos do grau de desenvolvimento das competências transversais antes e depois da disciplina 030-3410 / (1º e 2º semestres)

COMPETÊNCIAS			Aptidão em comunicação oral	Aptidão em comunicação escrita	Aptidão em desenvolvimento de apresentações	Pensamento crítico	Predisposição para trabalhar em equipe	Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	Liderança	Respeito as ideias e opiniões dos colegas	Espírito investigativo	Interpretação de dados	Raciocínio lógico	Resolução de problemas	Organização do tempo	Gestão de recursos	Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	Iniciativa	Criatividade
1º semestre	ANTES DA DISCIPLINA	1	3%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	0%	0%
		2	8%	6%	8%	0%	8%	14%	11%	8%	6%	6%	3%	3%	28%	17%	8%	11%	3%
		3	39%	25%	39%	31%	19%	28%	43%	25%	42%	28%	19%	33%	42%	39%	22%	36%	47%
		4	39%	61%	47%	53%	39%	31%	40%	31%	31%	50%	53%	50%	22%	33%	39%	31%	36%
		5	11%	8%	6%	17%	33%	22%	6%	33%	22%	17%	25%	14%	3%	11%	31%	22%	14%
		Média (A)	10,5	10,7	10,5	10,9	10,0	10,5	10,4	10,8	10,7	10,8	10,0	10,8	10,9	10,4	10,9	10,6	10,6
	DEPOIS DA DISCIPLINA	1	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%
		2	3%	6%	6%	0%	0%	0%	6%	0%	0%	3%	0%	0%	19%	3%	6%	3%	3%
		3	19%	11%	11%	3%	3%	6%	29%	6%	17%	8%	11%	6%	28%	25%	14%	19%	11%
		4	64%	69%	61%	50%	44%	36%	46%	39%	50%	61%	58%	47%	44%	47%	39%	44%	50%
		5	14%	14%	22%	47%	53%	56%	20%	56%	33%	28%	31%	47%	6%	25%	42%	33%	36%
		Média (B)	3,9	3,9	4,0	4,4	4,5	4,4	3,8	4,5	4,2	4,1	4,2	4,4	3,3	3,9	4,2	4,1	4,2
	Aprimoramento (B-A)		0,4	0,2	0,5	0,6	0,5	0,9	0,4	0,7	0,5	0,4	0,2	0,7	0,4	0,6	0,3	0,4	0,6
2º semestre	ANTES DA DISCIPLINA	1	9%	0%	0%	0%	0%	5%	9%	0%	5%	0%	5%	5%	9%	5%	0%	5%	0%
		2	14%	9%	9%	9%	9%	9%	9%	5%	23%	0%	0%	5%	27%	18%	18%	18%	9%
		3	36%	41%	55%	32%	18%	32%	36%	45%	45%	50%	27%	50%	32%	14%	18%	18%	59%
		4	32%	45%	27%	55%	45%	36%	41%	41%	23%	41%	55%	41%	32%	59%	45%	45%	32%
		5	9%	5%	9%	5%	27%	18%	5%	9%	5%	9%	14%	0%	0%	5%	18%	14%	0%
		Média (A')	10,2	10,5	10,4	10,5	10,9	10,5	10,2	10,5	10,0	10,6	10,7	10,3	10,9	10,4	10,6	10,5	10,2
	DEPOIS DA DISCIPLINA	1	5%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	0%
		2	0%	5%	5%	0%	5%	0%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	9%	0%	5%	9%
		3	18%	18%	14%	9%	18%	14%	18%	5%	23%	18%	14%	0%	41%	14%	14%	9%	14%
		4	64%	68%	55%	59%	36%	36%	55%	55%	41%	68%	64%	73%	45%	64%	55%	59%	55%
		5	14%	9%	27%	32%	41%	50%	18%	41%	36%	14%	23%	27%	0%	9%	32%	27%	23%
		Média (B')	10,8	10,8	10,0	10,2	10,1	10,4	10,8	10,4	10,1	10,0	10,1	10,3	10,3	10,6	10,2	10,1	10,9
	Aprimoramento (B'-A')		0,6	0,4	0,7	0,7	0,2	0,8	0,5	0,8	1,1	0,4	0,4	1,0	0,5	0,2	0,5	0,6	0,7

Para melhor visualização, o gráfico da Figura 27 mostra todas as médias do grau de desenvolvimento de todas as competências monitoradas de antes e depois da disciplina dos dois semestres.

Figura 27 – Percepção de desenvolvimento de competências antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

Em ambas edições, se percebe claramente um desenvolvimento relevante de todas as competências na percepção dos alunos. Na primeira edição, destaca-se a predisposição em trabalhar em equipe interdisciplinar, o respeito às opiniões dos colegas e a resolução de problemas. Na segunda edição o destaque fica para o espírito investigativo, resolução de problemas, respeito às ideias e opiniões dos colegas, aptidão em desenvolvimento de apresentações e pensamento crítico.

Na quinta questão os alunos preencheram uma matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem onde, em cada quadrante da matriz (exemplo abaixo) o aluno atribui a escala de 1 a 5, sendo 1 – não contribui, 2 – contribui muito pouco, 3 – contribui pouco, 4 – contribui, 5 – contribui muito. Com o preenchimento desta matriz de relacionamento, foi possível elaborar a Tabela 10.

Tabela 10 – Matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

RELAÇÃO ESTRATÉGIAS / COMPETÊNCIAS		Aptidão em comunicação oral	Aptidão em comunicação escrita	Aptidão em desenvolvimento de apresentações	Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	Liderança	Respeito as ideias e opiniões dos colegas	Espírito investigativo	Interpretação de dados	Raciocínio lógico	Resolução de problemas	Organização do tempo	Gestão de recursos	Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	Iniciativa	Criatividade
Aulas expositivas	1º sem	2,30	2,55	3,03	2,30	1,76	2,88	3,09	3,55	2,88	3,21	2,55	2,09	2,18	2,06	3,06
	2º sem	2,63	2,68	3,32	2,37	2,47	2,79	3,37	3,32	3,37	3,53	2,68	2,84	3,05	3,00	3,32
Aprendizagem por projetos	1º sem	3,42	3,24	3,58	4,25	3,88	4,06	4,30	3,73	3,97	4,64	4,18	4,09	4,45	4,33	4,45
	2º sem	3,63	3,58	4,00	4,32	4,32	4,05	4,11	3,89	4,11	4,26	4,21	3,95	4,11	4,26	4,26
Missões	1º sem	3,24	3,52	3,67	4,19	3,61	3,79	4,06	3,79	3,67	4,24	4,09	3,03	4,00	3,85	3,97
	2º sem	3,79	3,84	4,16	4,00	3,89	4,11	4,05	4,00	3,95	4,16	4,21	3,95	4,11	4,16	4,05
Ciclos de prototipagem	1º sem	3,06	3,06	3,24	4,31	3,76	4,21	4,30	3,67	3,85	4,55	4,39	4,47	4,48	4,36	4,61
	2º sem	3,58	3,32	3,68	4,16	4,05	4,26	4,21	3,95	4,21	4,26	3,95	4,26	4,05	4,16	4,32
Trabalho em equipe multidisciplinar	1º sem	4,18	3,55	3,64	4,83	3,97	4,67	3,79	3,33	3,73	4,33	3,61	3,41	4,36	4,19	4,48
	2º sem	4,26	3,53	3,95	4,47	4,11	4,37	4,11	3,58	4,00	4,21	4,05	3,79	4,16	4,11	4,21
Assessoria presencial	1º sem	3,00	2,24	2,45	2,66	2,12	2,94	2,94	2,88	2,94	3,39	2,55	2,19	2,67	2,64	2,79
	2º sem	3,21	2,63	3,16	3,16	2,89	3,47	3,63	3,42	3,42	3,95	3,42	3,26	3,47	3,63	3,47
Assessoria remota	1º sem	2,06	2,58	2,06	2,22	1,91	2,42	2,48	2,48	2,39	2,70	2,33	2,03	2,24	2,15	2,42
	2º sem	2,32	3,11	2,89	2,68	2,58	2,89	3,21	3,05	2,84	3,47	3,11	2,89	3,21	3,16	3,16
Utilização das redes sociais	1º sem	1,85	2,30	2,09	2,56	1,79	2,67	2,30	2,12	2,09	2,55	2,27	1,81	2,39	2,58	2,88
	2º sem	2,37	2,84	2,47	2,95	2,58	2,89	3,32	2,79	2,74	3,16	2,89	2,53	3,00	3,11	3,00
Utilização de ambiente virtual de aprendizagem	1º sem	1,28	1,78	1,53	1,61	1,28	1,50	1,50	1,66	1,47	1,69	1,78	1,32	1,75	1,45	1,41
	2º sem	2,32	3,16	3,00	2,68	2,47	2,74	3,11	3,26	3,26	3,32	3,26	2,95	3,05	3,05	3,37

Esta tabela será melhor explorada e trabalhada no Capítulo 5 como base para a matriz de relação entre as estratégias pedagógicas e desenvolvimento de competências, mas já fica evidente que as principais estratégias de ensino e aprendizagem para o desenvolvimento de competências são a aprendizagem por projetos, as missões, ciclos de prototipagem e trabalho em equipe multidisciplinar. Ao mesmo tempo, as competências mais fortemente atreladas às estratégias são a resolução de problemas, o espírito investigativo e criatividade.

A sexta questão busca, também na percepção dos alunos o grau de desenvolvimento da sua auto avaliação quanto a capacidade para desenvolver um produto (da necessidade do cliente ao protótipo final) e a intenção de trabalhar com o desenvolvimento de produtos em sua carreira. Para isso, os alunos responderam sobre a sua percepção para ambas questões antes e depois da disciplina, em notas de 1 a 5, sendo 1 – discordo totalmente e 5 – concordo totalmente. A Tabela 11 mostra a distribuição de notas em porcentagem e média geral para antes e depois da disciplina e cálculo do aprimoramento da auto-avaliação, para os dois semestres. Os gráficos das Figuras 28 e 29 mostram o detalhamento da distribuição das notas para a auto-percepção antes e depois nas duas edições da disciplina.

Tabela 11 – Auto avaliação sobre habilidade e carreira em desenvolvimento de produtos na disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

COMPETÊNCIAS			Tenho capacidade para desenvolver um produto	Tenho intenção de trabalhar com desenvolvimento de produtos
1º semestre	ANTES DA DISCIPLINA	1	11%	6%
		2	44%	14%
		3	22%	19%
		4	14%	42%
		5	8%	19%
		Média (A)	2,6	3,6
	DEPOIS DA DISCIPLINA	1	0%	0%
		2	0%	0%
		3	14%	11%
		4	64%	39%
		5	22%	50%
		Média (B)	3,9	3,9
	Aprimoramento (B-A)		1,3	0,4
2º semestre	ANTES DA DISCIPLINA	1	11%	11%
		2	42%	21%
		3	37%	21%
		4	5%	32%
		5	5%	16%
		Média (A')	2,5	3,2
	DEPOIS DA DISCIPLINA	1	5%	0%
		2	0%	0%
		3	11%	21%
		4	47%	21%
		5	37%	58%
		Média (B')	3,8	3,8
	Aprimoramento (B'-A')		1,3	0,6

Figura 28 – Auto-percepção sobre a capacidade em desenvolver um produto antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

Figura 29 – Auto-percepção sobre a intenção em trabalhar com desenvolvimento de produto antes e depois da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

Em ambas edições da disciplina os alunos percebem um acréscimo na sua capacidade para desenvolver um produto desde a demanda de um cliente até o desenvolvimento do protótipo final da solução, demonstrando o quanto a disciplina contribui para preparar o aluno a ser um desenvolvedor de inovação. Ao mesmo tempo, há um acréscimo na intenção de trabalhar com desenvolvimento de

produtos, mostrando que a disciplina está sendo eficiente em auxiliar no aprimoramento de competências para a inovação.

A sétima e última pergunta trata sobre a possibilidade do aluno em recomendar a disciplina para seus colegas e outros alunos. Para isso, o aluno deveria responder a possibilidade de recomendação da disciplina em uma escala de 0 a 10, sendo 0 – nada provável e 10 – extremamente provável. A Tabela 12 mostra a distribuição do grau da probabilidade de recomendação dos alunos nos dois semestres em total absoluto, porcentagem e nota final. O gráfico da Figura 30 mostra a distribuição do grau nos dois semestres.

Tabela 12 – Grau probabilidade dos alunos recomendarem a disciplina 030-3410 para outros alunos /1º sem

	NOTAS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA
1º sem	Total	0	0	0	0	0	0	2	1	5	5	23	9,28
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	3%	14%	14%	64%	
2º sem	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	5	3	11	9,32
	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	26%	16%	58%

Figura 30 – Distribuição do grau de probabilidade de recomendação da disciplina 030-3410 (1º e 2º semestres)

Ambas edições demonstram uma grande probabilidade de recomendação por parte do aluno, indicando que a disciplina contribui bastante na formação do aluno e que ele fica satisfeito com as competências desenvolvidas. Esta questão serve como

termômetro de avaliação da disciplina verificando a sua relevância na formação dos alunos no decorrer das suas edições.

4.3. Considerações do capítulo

Este capítulo apresentou duas pesquisas realizadas que colaboram com a determinação das variáveis das matrizes de relação dos eixos dos ambientes tecno-pedagógicos.

Primeiramente, a pesquisa sobre identificação e quantificação da ênfase das competências transversais a partir da demanda de mercado com foco em inovação, analisando os anúncios para engenharia elétrica e da computação se constitui em um método que auxilia na compilação da lista de competências que podem ser foco de uma disciplina em engenharia.

Assim, na elaboração de um plano de disciplina, o professor pode partir deste método para, de forma regular, verificar a demanda de mercado para elaborar a sua ementa e objetivos.

Para um coordenador de curso, é possível verificar se, no combinado de todas as disciplinas, todas as competências transversais demandadas pelo mercado estão sendo incentivadas e se a proporção do incentivo está minimamente relacionada ao grau de ênfase encontrado nos anúncios.

A segunda pesquisa consiste na análise da disciplina 030-3410 na aplicação de um questionário que traz uma base de cálculo para determinar a relação entre competências transversais que a disciplina enfocou e as estratégias pedagógicas adotadas. Principalmente a quinta questão permite um aprofundamento no entendimento da matriz compilada que será exposta no Capítulo 5, como desenvolvimento de um método de planejamento, implementação e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos para a educação em engenharia com foco em inovação.

5. REFLEXÕES E CONSIDERAÇÕES

A partir dos resultados obtidos nos métodos de pesquisa desenvolvidas nesta tese e apresentadas no Capítulo 4, propõe-se alguns pontos de reflexão para indicar a construção de processos que auxiliem o planejamento de aulas considerando o seu ambiente tecno-pedagógico que potencializa as disciplinas para engenharia com foco em inovação.

Primeiramente, faz-se uma reflexão sobre as competências transversais voltadas para a inovação que devem ser consideradas no planejamento de aula em educação em engenharia.

Depois, propõe-se uma matriz que auxilie na decisão sobre estratégias pedagógicas e infraestrutura tecnológica que podem ser adotadas em aula a fim de potencializar o desenvolvimento das competências transversais voltadas à inovação.

5.1. Desenvolvimento de competências transversais para a inovação em educação em engenharia

A partir do método desenvolvido no Capítulo 4 para identificar e quantificar o grau de enfoque das competências transversais para a inovação, com base na demanda de mercado expressa nos anúncios para engenharia elétrica, é importante fazer uma relação entre as competências transversais identificadas e as competências citadas no ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) para os alunos em Engenharia Elétrica (BRASIL, 2014).

Para isso, primeiramente a porcentagem de frequência das competências identificadas nos anúncios foram normalizadas pela soma de todas as porcentagem em uma base 1, para possibilitar o agrupamento de seus valores. A Tabela 13 mostra os resultados de identificação e quantificação do grau de ênfase obtidos na pesquisa do Capítulo 4 sobre as competências transversais a partir da demanda do mercado e a sua normalização.

Após a tradução feita no APÊNDICE C, a partir deste ponto da tese, serão utilizados os termos em português, mesmo que a pesquisa original tenha sido compilada em inglês, devido à fonte de dados ser internacional (em inglês).

Tabela 13 – Normalização da porcentagem das competências transversais identificadas e quantificadas a partir da demanda de mercado

Competências	Frequência nos anúncios	Normalização
Habilidades de comunicação	74,17%	0,172
Colaboração / trabalho em grupo	49,25%	0,114
Liderança / delegar trabalho	35,74%	0,083
Disposição para viajar	27,03%	0,063
Interdisciplinaridade	23,72%	0,055
Resolução de problemas	21,92%	0,051
Pensamento analítico e conceitual	21,92%	0,051
Entusiasmo/ paixão/ motivação	16,22%	0,038
Responsabilidade	14,11%	0,033
Habilidade em gestão / negócios / marketing	13,21%	0,031
Trabalho sob pressão / gestão do tempo	12,61%	0,029
Trabalho independente / mínima supervisão	11,71%	0,027
Características para inovação	11,71%	0,027
Flexibilidade	10,81%	0,025
Multi tarefas	10,51%	0,024
Iniciativa	9,61%	0,022
Multicultural e global	9,01%	0,021
Atitude "mão na massa"	9,01%	0,021
Habilidades interpessoais	9,01%	0,021
Altos padrões de qualidade	8,71%	0,020
Criatividade	8,41%	0,019
Receber direcionamentos	6,01%	0,014
Integridade / ética	4,80%	0,011
Atitude positiva	3,90%	0,009
Atenção aos detalhes	3,00%	0,007
Habilidade de gestão de conflitos	3,00%	0,007
Habilidades de persuasão / negociação	1,80%	0,004
Curiosidade	1,50%	0,003
TOTAL	432,43	1

A seguir, na Tabela 14 agrupa-se as competências transversais dos anúncios de acordo com os itens de competências e habilidades previstas no ENADE para Engenharia Elétrica com a soma dos respectivos valores normalizados para ter uma indicação do peso de cada competência citada pelo ENADE para Engenharia Elétrica no contexto do mercado e que deve, de certa forma, refletir no planejamento de aula para inovação.

Tabela 14 – Relação das competências do ENADE para Engenharia Elétrica e Estudo de competências a partir da demanda do mercado

Competências – ENADE	Competências – Anúncios	Valor Normalizado	TOTAL
I. formação generalista, humanista, crítica e reflexiva	Entusiasmo/ paixão/ motivação	0,038	0,140
	Habilidade em gestão / negócios / marketing	0,031	
	Trabalho sob pressão / gestão do tempo	0,029	
	Iniciativa	0,022	
	Atitude positiva	0,009	
	Atenção aos detalhes	0,007	
	Habilidades de persuasão / negociação	0,004	
II. aptidão em utilizar e desenvolver novas tecnologias	Características para inovação	0,027	0,067
	Atitude "mão na massa"	0,021	
	Criatividade	0,019	
III. atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas	Resolução de problemas	0,051	0,109
	Pensamento analítico e conceitual	0,051	
	Habilidade de gestão de conflitos	0,007	
IV. aptidão para comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica	Habilidades de comunicação	0,172	0,172
V. atuação em equipes multidisciplinares	Colaboração / trabalho em grupo	0,114	0,273
	Liderança / delegar trabalho	0,083	
	Interdisciplinaridade	0,055	
	Habilidades interpessoais	0,021	
VI. atuação profissional ética e responsável, consciente de aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais	Disposição para viajar	0,063	0,155
	Responsabilidade	0,033	
	Trabalho independente / mínima supervisão	0,027	
	Multicultural e global	0,021	
	Integridade / ética	0,011	
VII. atitude de constante atualização profissional	Flexibilidade	0,025	0,086
	Multi tarefas	0,024	
	Altos padrões de qualidade	0,02	
	Receber direcionamentos	0,014	
	Curiosidade	0,003	

Este agrupamento indica uma tendência do mercado em se enfatizar as competências transversais voltadas, principalmente, ao trabalho em equipes multidisciplinares. Em seguida, existe o destaque nas competências de comunicação, atuação profissional ética e responsável, formação humanista-crítica e atuação na identificação e resolução de problemas. Por fim, enfatiza-se a necessidade de promover a atitude para constante atualização profissional e a aptidão em utilizar em desenvolver novas tecnologias. Esta última competência é

convergente às competências técnicas já esperadas de um engenheiro e, portanto, pode ter pouco ênfase nos anúncios como competência transversal.

Esta análise pode servir de base para a avaliação de cursos e disciplinas em Engenharia Elétrica com enfoque em inovação. Pode, também, ser atualizada e utilizada na reformulação de planos de disciplina e de aulas considerando a sua indicação interpretativa e adaptativa. Nunca deve ser usada de forma literal, procurando adequar as aulas aos valores normalizados, mas deve ser interpretada e usada para auxiliar no planejamento como uma premissa.

5.2. Matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem

Através da experiência como *teaching assistant* na disciplina global ME310 da Universidade de Stanford e como pesquisador nas duas edições da disciplina 030-3410 da EPUSP, com o resultado das pesquisas realizadas, elaborou-se um método para relacionar as competências transversais desenvolvidas e estratégias de aprendizagem ativa através de técnicas de *Design Thinking* adotadas e as estruturas tecnológicas disponibilizadas.

Primeiramente, apresenta-se o estudo de relação entre as competências transversais monitoradas e as competências listadas no ENADE para Engenharia Elétrica, para compatibilizar esta matriz com o estudo anterior de identificação e quantificação das competências transversais para a inovação a partir da demanda de mercado, na Tabela 15.

Tabela 15 – Relação das competências do ENADE para Engenharia Elétrica e competências monitoradas na disciplina 030-3410

Competências – ENADE	Competências – 030-3410
I. formação generalista, humanista, crítica e reflexiva	Pensamento crítico Raciocínio lógico
II. aptidão em utilizar e desenvolver novas tecnologias	Iniciativa Criatividade
III. atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas	Interpretação de dados Resolução de problemas
IV. aptidão para comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica	Aptidão em comunicação oral Aptidão em comunicação escrita Aptidão em desenvolvimento de apresentações
V. atuação em equipes multidisciplinares	Predisposição para trabalhar em equipe Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar Liderança Respeito as ideias e opiniões dos colegas
VI. atuação profissional ética e responsável, consciente de aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais	Organização do tempo Gestão de recursos Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos
VII. atitude de constante atualização profissional	Espírito investigativo

As competências transversais monitoradas compõem a matriz já exemplificada nas considerações do Capítulo 3, na qual se relaciona tais competências com as estratégias de ensino e aprendizagem adotados na disciplina, graduando tal relação a partir da percepção dos alunos. Esta matriz permite quantificar a relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem através do cálculo das médias da percepção dos alunos de contribuição.

Foi aplicada uma lógica de uso dos quartis como base de cálculos de intervalos para a tomada de decisão que é utilizada pelo autor da tese em diversos trabalhos de consultoria para empresas no desenvolvimento de sistemas de gestão de comunicação e *marketing* e é parte dos estudos do CEACOM²⁰, grupo de pesquisa da ECA-USP, da qual este autor faz parte, dentro de sua formação multidisciplinar. Tal método está em fase de aprimoramento e tem sido validado pelas empresas onde é aplicado, na área de comunicação e marketing. A sua aplicação nesta tese é uma tentativa do autor em validá-lo cientificamente na área da educação.

Nesta lógica, a partir de todos os valores das médias que compõem a matriz de relação entre estratégias pedagógicas e competências transversais elaborada no

²⁰ Mais informações em <<http://www.ceacom.com.br>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

Capítulo 4 são calculados os 1º e 3º quartis. Um quartil é, na estatística descritiva algum de três valores que divide uma amostra de dados ordenada em ordem crescente em quatro partes iguais. Ou seja, cada quartil representa $\frac{1}{4}$ da amostra, sendo que:

- 1º quartil (Q_1 , $Q_{1/4}$ ou $Q_{0,25}$) corresponde ao quartil inferior, ou seja o valor dos 25% da amostra;
- 2º quartil (Q_2 , $Q_{2/4}$ ou $Q_{0,50}$) corresponde à mediana, ou seja o valor dos 50% da amostra.
- 3º quartil (Q_3 , $Q_{3/4}$ ou $Q_{0,75}$) corresponde ao quartil superior, ou seja o valor dos 75% da amostra

Nesta lógica de relação, os valores das médias compreendidos entre os 1º e 3º quartis da amostra total das médias apontam para uma relação significativa, pois se trata de 50% dos valores mais próximos da mediana (25% abaixo da mediana + 25% acima da mediana). Acima do 3º quartil, considera-se que há uma forte relação dos dois eixos, pois se trata dos 25% dos valores mais significativos da amostra.

Assim, para destacar as relações significativas relações fortes entre o eixo das estratégias pedagógicas e das competências avaliadas da disciplina 030-3410 foram feitos os cálculos dos 1º e 3º quartis das amostras das médias da contribuição na percepção dos alunos. Nas duas edições da disciplina, na análise geral foram obtidos os resultados da Tabela 16.

Tabela 16 – Cálculo dos quartis das amostras das médias da contribuição das estratégias pedagógicas em relação ao desenvolvimento das competências transversais avaliadas

	1º semestre	2º semestre
1º Quartil das médias	2,24	3,00
3º Quartil das médias	3,86	4,05

Com esses dados, é possível indicar que as destacar as relações significativas e as relações fortes considerando a lógica dos valores entre os 1º e 3º quartis e acima do 3º quartil, respectivamente. A Tabela 17 mostra o destaque dos

valores com relação significativa e relação forte entre estratégias pedagógicas e competências avaliadas nas duas edições da disciplina 030-3410.

Tabela 17 – Relação das competências e estratégias monitoradas na disciplina 030-3410 / 1º sem

RELAÇÃO ESTRATÉGIAS / COMPETÊNCIAS		Aptidão em comunicação oral	Aptidão em comunicação escrita	Aptidão em desenvolvimento de apresentações	Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	Liderança	Respeito as ideias e opiniões dos colegas	Espírito investigativo	Interpretação de dados	Raciocínio lógico	Resolução de problemas	Organização do tempo	Gestão de recursos	Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	Iniciativa	Criatividade
1º semestre	Aulas expositivas	2,30	2,55	3,03	2,30	1,76	2,88	3,09	3,55	2,88	3,21	2,55	2,09	2,18	2,06	3,06
	Aprendizagem por projetos	3,42	3,24	3,58	4,25	3,88	4,06	4,30	3,73	3,97	4,64	4,18	4,09	4,45	4,33	4,45
	Missões	3,24	3,52	3,67	4,19	3,61	3,79	4,06	3,79	3,67	4,24	4,09	3,03	4,00	3,85	3,97
	Ciclos de prototipagem	3,06	3,06	3,24	4,31	3,76	4,21	4,30	3,67	3,85	4,55	4,39	4,47	4,48	4,36	4,61
	Trabalho em equipe multidisciplinar	4,18	3,55	3,64	4,83	3,97	4,67	3,79	3,33	3,73	4,33	3,61	3,41	4,36	4,19	4,48
	Assessoria presencial	3,00	2,24	2,45	2,66	2,12	2,94	2,94	2,88	2,94	3,39	2,55	2,19	2,67	2,64	2,79
	Assessoria remota	2,06	2,58	2,06	2,22	1,91	2,42	2,48	2,48	2,39	2,70	2,33	2,03	2,24	2,15	2,42
	Utilização das redes sociais	1,85	2,30	2,09	2,56	1,79	2,67	2,30	2,12	2,09	2,55	2,27	1,81	2,39	2,58	2,88
	Utilização de ambiente virtual de aprendizagem	1,28	1,78	1,53	1,61	1,28	1,50	1,50	1,66	1,47	1,69	1,78	1,32	1,75	1,45	1,41
2º semestre	Aulas expositivas	2,63	2,68	3,32	2,37	2,47	2,79	3,37	3,32	3,37	3,53	2,68	2,84	3,05	3,00	3,32
	Aprendizagem por projetos	3,63	3,58	4,00	4,32	4,32	4,05	4,11	3,89	4,11	4,26	4,21	3,95	4,11	4,26	4,26
	Missões	3,79	3,84	4,16	4,00	3,89	4,11	4,05	4,00	3,95	4,16	4,21	3,95	4,11	4,16	4,05
	Ciclos de prototipagem	3,58	3,32	3,68	4,16	4,05	4,26	4,21	3,95	4,21	4,26	3,95	4,26	4,05	4,16	4,32
	Trabalho em equipe multidisciplinar	4,26	3,53	3,95	4,47	4,11	4,37	4,11	3,58	4,00	4,21	4,05	3,79	4,16	4,11	4,21
	Assessoria presencial	3,21	2,63	3,16	3,16	2,89	3,47	3,63	3,42	3,42	3,95	3,42	3,26	3,47	3,63	3,47
	Assessoria remota	2,32	3,11	2,89	2,68	2,58	2,89	3,21	3,05	2,84	3,47	3,11	2,89	3,21	3,16	3,16
	Utilização das redes sociais	2,37	2,84	2,47	2,95	2,58	2,89	3,32	2,79	2,74	3,16	2,89	2,53	3,00	3,11	3,00
	Utilização de ambiente virtual de aprendizagem	2,32	3,16	3,00	2,68	2,47	2,74	3,11	3,26	3,26	3,32	3,26	2,95	3,05	3,05	3,37

LEGENDA: ■ - Há relação ■ - Há forte relação

Com esta matriz de relacionamento é possível identificar, por exemplo que para auxiliar no desenvolvimento das aptidões de comunicação oral é recomendável promover o trabalho em grupo multidisciplinar, entendendo que tal estratégia pedagógica acaba exigindo o desenvolvimento de competências interpessoais e favorecendo a comunicação dentro do grupo e, pelas apresentações das missões, a exposição para toda a classe.

Ao mesmo tempo, para incentivar o desenvolvimento da competência da interpretação de dados, é necessário combinar aulas expositivas, aprendizagem por projetos, missões (entregas sistemáticas), ciclos de prototipagem e trabalho em equipe multidisciplinar, prioritariamente (tem relação significativa nas duas edições da disciplina), sendo recomendável também assimilar a assessoria presencial e a utilização de um AVA (tem relação significativa na 2ª edição da disciplina).

Esta matriz que se atualiza e pode, a partir da série histórica, ser calibrando considerando todas as edições anteriores, serve de base para estabelecer as estratégias de ensino e aprendizagem a visando o desenvolvimento de competências transversais para a inovação em Engenharia Elétrica.

A mesma lógica pode ser aplicada por item, por exemplo, isolando uma estratégia ou competência e calculando os quartis para verificar onde há uma relação e qual o grau de tal relação.

Por fim, fica como trabalho futuro aplicar este mesmo método para a relação entre competências e estrutura tecnológica e competências e métodos de avaliação da disciplina. Tais estudos complementarão a aplicação do conceito de ambiente tecno-pedagógico voltado para a inovação em educação em engenharia. Na disciplina 030-3410, tanto a estrutura tecnológica quanto os métodos de avaliação foram planejados e implementados pela experiência na disciplina base ME310 da Universidade de Stanford e com a revisão bibliográfica como visto no capítulo da revisão bibliográfica.

5.3. Considerações do capítulo

Este capítulo apresenta a aplicação dos métodos investigados e propostos nesta tese para a identificação das competências transversais para a inovação em engenharia elétrica e da computação a partir da demanda do mercado e relacionando tais competências com as competências e habilidades citadas pelo

ENADE para Engenharia Elétrica. Este estudo ajuda a indicar as competências que devem ser incentivadas em uma disciplina em engenharia elétrica para a inovação durante o planejamento e serve de base para avaliar se os objetivos da disciplina foram plenamente alcançados. Além disso, auxilia na avaliação geral de um curso de engenharia ao se compilar a contribuição de cada disciplina no desenvolvimento de competências transversais e comparando tal grau de contribuição com o grau de ênfase de tais competências a partir da demanda do mercado.

O segundo método apresenta a aplicação da matriz de relação entre competências e estratégias de ensino e aprendizagem. Tal aplicação resulta em informações de relação que servem para o aprimoramento da disciplina nas próximas edições ao mesmo tempo em que permite analisar, a longo prazo e com dados de outras disciplinas de outras áreas de conhecimento, se existe uma relação perene entre determinadas competências com estratégias pedagógicas específicas.

Esta aplicação foi realizada em uma disciplina específica na qual o autor desta tese teve a oportunidade de participar do planejamento, implementação e avaliação. Pelo alinhamento com os objetivos da disciplina, foi muito proveitoso e relevante aplicar o método de avaliação como teste piloto do método de planejamento e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos. Após esta etapa de teste e validação, abre-se a oportunidade para evoluir com o método para aplicá-lo em matrizes de relação entre estratégias pedagógicas e estruturas tecnológicas para contemplar todos os eixos que compõem um ambiente tecno-pedagógico.

Apresenta-se, então instrumentos de auxílio para o planejamento e avaliação de disciplinas em engenharia elétrica e da computação com foco em inovação, considerando estratégias de aprendizagem ativa, estrutura tecnológica orientada ao *Design Thinking* e avaliação do desenvolvimento de competências. Assim, apesar do caráter piloto e identificando diversas oportunidades de melhoria e implementação, esta tese tenta contribuir de maneira conceitual e prática com a discussão sobre a educação em engenharia.

6. CONCLUSÃO

Esta tese apresenta uma revisão bibliográfica e definições de conceitos que auxiliam na discussão sobre educação em engenharia, contribuindo para o amadurecimento desta área de pesquisa no contexto brasileiro.

Nos conceitos, propõe, ainda, a aplicação do conceito de tecno-pedagogia e o seu amadurecimento na definição de ambientes tecno-pedagógicos como pressuposto que converge a infraestrutura tecnológica, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação de competências. Para isso, foi desenvolvido um fichamento de pesos e notas sobre as bases bibliográficas consultadas, apresentando um modelo de fichamento para facilitar o processo de leitura e de composição dos conceitos da tese.

Então, apresenta duas pesquisas aplicadas: primeiro, a partir da análise de anúncios de emprego em engenharia elétrica e da computação para identificar e quantificar o grau de ênfase das competências transversais mais solicitadas para a inovação; depois, a experiência prática de ensino em engenharia através da participação na disciplina global ME310 da Universidade de Stanford e na 030-3410 da EPUSP, onde se foi possível participar do processo de planejamento, implementação e avaliação.

Por fim, apresenta-se o processo metodológico de uso das informações obtidas como proposta preliminar de auxílio para o planejamento e avaliação de disciplinas e cursos voltados para a educação em engenharia com foco em inovação.

6.1. Contribuições científicas

Como principais contribuições científicas, esta tese propõe:

- Definições para conceitos em educação em engenharia, inovação e competências transversais;
- Definição e aprofundamento do conceito de tecno-pedagogia, já proposta na dissertação de mestrado do autor desta tese;
- Definição do conceito de ambiente tecno-pedagógico convergindo estrutura tecnológica, estratégia pedagógica e método de avaliação;
- Método de análise das demandas de mercado quanto às competências transversais esperadas do engenheiro eletricista e da computação;

- Método de auxílio para o planejamento e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos para a educação em engenharia com foco em inovação;
- Resultados parciais publicados em artigos apresentados em congressos e submetido para revista científica de alta relevância na área de educação em engenharia.

6.2. Trabalhos futuros

Como possibilidades para desenvolvimento de tópicos desenvolvidos e apresentados nesta tese, cita-se:

- Discussão dos conceitos com especialistas em educação e comunicação;
- Ampliação do método de análise das competências transversais a partir da demanda do mercado com:
 - Aplicação do método no LinkedIn para avaliar o contexto do mercado brasileiro;
 - Desenvolvimento de métodos para agilizar e automatizar os processos de captura de dados;
 - Proposta de implantação de um laboratório de monitoramento permanente para estudar as tendências de mercado de forma longitudinal;
- Aprimoramento do método de planejamento e avaliação de disciplinas e cursos de engenharia elétrica e da computação, com foco em inovação, através das seguintes medidas:
 - Amadurecimento da pesquisa;
 - Aplicar o questionário de percepção de desenvolvimento de competências transversais em outras disciplinas da EPUSP e de outras escolas de engenharia;
 - Aplicação do estudo de quartis para a relação entre competências e infraestrutura tecnológica e métodos de avaliação.

- Aplicação do método de planejamento e avaliação em outras disciplinas na EPUSP e em outras unidades na USP para amadurecê-lo e obter dados interdisciplinares.
- Aprofundar a análise sobre a importância das competências transversais para os diferentes tipos de atuação da engenharia, considerando:
 - Engenharia para a concepção de projetos;
 - Engenharia para o desenvolvimento de projetos;
 - Engenharia para a execução de projetos;
 - Engenharia para o acompanhamento pós implementação de projetos.
- Aplicação de métodos objetivos de avaliação de desenvolvimento de competências transversais a partir da contribuição de áreas de pesquisa da educação, comunicação, psicologia e sociologia.

6.3. Considerações finais

Para as considerações finais, reapresenta-se a questão norteadora para apontar como a tese pretendeu responder aos objetivos de pesquisa propostos.

Questão norteadora: “No contexto de produção tecnológica em que vivemos, como identificar as oportunidades de educação em disciplinas de Engenharia Elétrica com foco em inovação?”

Para responder à questão norteadora e aos objetivos de pesquisa propostos nesta tese, aponta-se que, para se ter maiores parâmetros de discussão sobre as oportunidades de educação no contexto tecnológico contemporâneo com foco em inovação, é necessário pensar na estrutura de um curso de engenharia e de suas disciplinas pelo conceito de ambientes tecno-pedagógicos compostos pelos eixos:

- Infraestrutura tecnológica: considerando-se a cultura *maker* e as possibilidades de fabricação digital, a formação do engenheiro inovador exige o desenvolvimento de competências que possibilitem a concepção de projetos tecnológicos e a solução de problemas com auxílio da prototipagem rápida;
- Estratégias pedagógicas: a formação do engenheiro deve estar atrelada às competências técnicas e competências transversais sendo

incentivadas de forma integrada e contínua durante o curso; para isso, propõe-se considerar técnicas de *design thinking* que promovam a aprendizagem ativa com o incentivo de aprimoramento de competências transversais como trabalho em equipe, habilidade de comunicação oral e escrita, criatividade etc.

- Métodos de avaliação por competência: considerar métodos ativos de avaliação onde os alunos são protagonistas e, ao avaliar o próprio trabalho e dos colegas, acaba assimilando competências de análise e avaliação; considerar também avaliações internas de grupos e apresentação de projetos objetivando incentivar o aprimoramento das competências de trabalho em grupo e de comunicação.

Para compreender quais são as competências técnicas e transversais relevantes na contemporaneidade, propõe-se considerar a demanda do mercado através de anúncios para vaga de empregos com foco em inovação. Tal métodos adaptado e apresentado nesta tese identifica e quantifica a intensidade de persistência das competências transversais citadas em anúncios de emprego para engenheiros.

Por fim, considera-se um método de relação entre estratégias pedagógicas e aprimoramento de competências a partir da percepção dos alunos como forma de avaliar disciplinas, programas e cursos de engenharia. Considerando as diretrizes do ENADE para os alunos em Engenharia Elétrica (BRASIL, 2014), as competências transversais são comparadas por equivalência e se tornam base para propor planos de curso, disciplinas e aulas sob a perspectiva de considerar um ambiente tecnopedagógico conciso e eficiente para a formação adequada do engenheiro contemporâneo, voltado à inovação.

Assim, os esforços de conceituação teórica e de desenvolvimento e aplicação de métodos de pesquisa desta tese procura responder à questão norteadora apresentando bases teóricas e de aplicação visando refletir e otimizar o processo de formação do engenheiro, com foco na inovação.

REFERÊNCIAS

ANDERSSON, J.; BENGTSSON, F.; EKMAN, J.; LINDBERG, E.; WALDEHORN, C.; NILSSON, F. **Perception of innovation in companies - measuring the mindset of tangible and intangible innovation in companies**. Technology Management Conference (ITMC), 2011 IEEE International, pp.532-542, junho de 2011.

ARBELAITZ, O.; MARTIN, J.I.; MUGUERZA, J. **Analysis of Introducing Active Learning Methodologies in a Basic Computer Architecture Course**. IEEE Transactions on Education, vol. PP, no. 99, 2014.

BARANES, A.; OUDEYER, P. Y. **R-IAC: Robust Intrinsically Motivated Exploration and Active Learning**. Autonomous Mental Development, IEEE Transactions on , vol.1, no.3, pp.155-169, outubro de 2009.

BLEVIS, E. **The One Room School House & Design Challenge Based Learning for design-oriented HCI education**: Initial results, reflective hypotheses, & collaborative issues. Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2012 International Conference on, pp.359-366, maio de 2012.

BONWELL, C.; EISON, J. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom** AEHE-ERIC Higher Education Report No. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass, 1991.

BONWETSCH, T. **Robotic Assembly Processes as a Driver in Architectural Design**. Symposium Digital Fabrication: a State of the Art Nexus Network Journal14, 2012.

BRASIL. Portaria Inep nº 246, de 02 de junho de 2014.

BROWN, T. **About IDEO**. Disponível em: < <http://www.ideo.com/about/>> Acesso em: 20 de maio de 2014.

BUCHANAN, R. **Wicked Problems in Design Thinking**. In: Design Issues. Cambridge: The MIT Press, 1992.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CASTRO, R. M.; NOWAK, R. D. **Minimax Bounds for Active Learning**. Information Theory, IEEE Transactions on , vol.54, no.5, pp.2339-2353, maio de 2008.

CARPEÑO, A.; ARRIAGA, Jesus; CORREDOR, J.; HERNÁNDEZ, J. **The Key Factors of an Active Learning Method in a Microprocessors Course**. IEEE Transactions on Education, vol.54, no.2, pp.229,235, maio de 2011.

CELANI, G. **Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts in Architectural Education** (Paper presented at Symposium Digital Fabrication: a State of the Art, 9-10 September 2011). Nexus Network Journal 14, 3, 2012.

CHRISTOPOULOS, D.; Gaitatzes, A. **Multimodal Interfaces for Educational Virtual Environments**. Informatics, 2009. PCI '09. 13th Panhellenic Conference on , pp.197-201, setembro de 2009.

CNE/CES Resolução 11, de 11 de março de 2002, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

DAL, M., **Teaching Electric Drives Control Course: Incorporation of Active Learning Into the Classroom**. IEEE Transactions on Education, vol.56, no.4, pp.459,469, novembro de 2013.

DE KERKEI, I.F. **Work in progress — Transversal competencies contributions to Computer Science 1 course**. Frontiers in Education Conference (FIE), 2011, pp.S3G-1,S3G-3, outubro de 2011.

DELAINE, D.; DALMON, D.; COELHO, L.; YANAZE, L. K. H.; GRIMONI, J. A. B.; LOPES, R.; DEPIERI, A.; CARDOSO, J. R. **Comunidade de Especialistas como Referência para Superar os Desafios Acadêmicos na Criação de um Grupo de Pesquisas em Educação em Engenharia**. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Cobenge. Brasília: Abenge, 2014.

DENNING, Peter J. **Design Thinking**. Nova Iorque: Communications of the ACM, vol. 56, no. 12, pp.29-31, dezembro de 2013.

DIEZ, T. **Personal Fabrication: Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities**. Nexus Network Journal 14, 3, 2012.

EDWARDS, M.; SANCHEZ-RUIZ, L.M.; TOVAR-CARO, E.; BALLESTER-SARRIAS, E. **Engineering students' perceptions of innovation and entrepreneurship competences**. Frontiers in Education Conference, 2009. FIE '09. 39th IEEE , pp.1-5, outubro de 2009.

EUR-ACE: Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes. 2005. Disponível em < <http://archive.ehea.info/getDocument?id=2092>>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

FAGERBERG, J. **Innovation: A Guide to the Literature**. Oslo: Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, 2003.

FASTE, R.; ROTH, B. & WILDE, D. J. **Integrating Creativity into the Mechanical Engineering Curriculum**. In: ASME Resource Guide to Innovation in Engineering Design, American Society of Mechanical Engineers. New York: Cary A. Fisher, Ed, 1993.

GAYNOR, G.H. **The innovation dilemma**. Engineering Management Review, IEEE , vol.40, no.3, 2012.

GERSHENFELD, N. **FAB: The Coming Revolution on Your Desktop - From Personal Computers to Personal Fabrication**. Basic Books, New York, NY, 2005.

GONZALES, M. A.; YANAZE, L. K. H.; ZANCUL, E.; LOPES, R. **Estudo da utilização de espaços físicos não convencionais no ensino de desenvolvimento de produtos**. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Cobenge. Brasília: Abenge, 2014.

GRANIC, A.; GLAVINIC, V. **Adaptive systems and interaction: the design of personalized interaction in computer-based education**. Computational Cybernetics, 2005. ICCC 2005. IEEE 3rd International Conference on , pp. 291- 296, abril de 2005.

KITA, T.; OHTSUKA, M. **Describing knowledge integration in innovation processes**. Technology Management Conference (ITMC), 2011 IEEE International , pp.819-826, junho de 2011.

KLINGER, K. R. **Design-Through-Production Formulations**. Nexus Network Journal 14, 3, 2012.

KRANNICH, D.; ROBBEN, B. & WILSKE, S. **Digital fabrication for educational contexts**. In Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '12). ACM, New York, NY, USA, 375-376, 2012.

LEE, J. S.; BASKERVILLE, R.; PRIES-HEJE, J. **The Creativity Passdown Effect: Sharing Design Thinking Processes with Design Theory**. 45th Hawaii International Conference on System Science(HICSS), 2012.

LESTER, C.Y. **Advancing the Multidisciplinary Nature of Human Computer Interaction in a Newly Developed Undergraduate Course**. Advances in Computer-Human Interaction, 2008 First International Conference on , vol., no., pp.177-182, 10-15 fevereiro de 2008.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

MARTYN, Margie. **Clickers in the Classroom: An Active Learning Approach**. EDUCAUSE Quarterly, 2007. Disponível em: <<http://www.educause.edu/ero/article/clickers-classroom-active-learning-approach>>. Acesso em janeiro de 2013.

MCKIM, R. **Experiences in Visual Thinking**. California: Brooks/Cole Publishing Co, 1973.

MCKINNEY, K. **Active Learning**. Illinois State University. Center for Teaching, Learning & Technology, 2010.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MONTEIRO, Letícia Portieri; SMOLE, Kátia Stocco. **Um caminho para atender às diferenças na escola**. São Paulo: Educação e Pesquisa, vol. 36, no. 1, abril de 2010. Disponível em

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022010000100011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

NAKAO, O.S. ; BORGES, M.N. ; SOUZA, E.P. ; GRIMONI, J.A.B. **Mapeamento de Competências dos Formandos da Escola Politécnica da USP**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 31, p. 31-39, 2012.

NATIS, A.; VRELLIS, I.; PAPACHRISTOS, N.M.; MIKROPOULOS, T.A. **Technological Factors, User Characteristics and Didactic Strategies in Educational Virtual Environments**. Advanced Learning Technologies (ICALT), 2012 IEEE 12th International Conference on, pp.531-535, julho de 2012.

OBSERVATÓRIO DA INOVAÇÃO E COMPETITIVIDADE. **Tendências e Perspectivas da Engenharia no Brasil, 2013**. São Paulo: Núcleo de Apoio à Pesquisa Observatório da Inovação e Competitividade do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/pesquisa/grupos/observatorio-inovacao-competitividade/publicacoes/online/engenhariadata-tendencias-e-perspectivas-da-engenharia-no-brasil-relatorio-2013/at_download/file>. Acesso em 10 de dezembro de 2014.

PERERA, I.; ALLISON, C.; NICOLL, J.R.; STURGEON, T. **Towards successful 3D virtual learning - a case study on teaching human computer interaction**. Internet Technology and Secured Transactions, 2009. ICITST 2009. International Conference for, pp.1-6, novembro de 2009.

PINKOWSKA, M.; LENT, B.; KERETHO, S. **Process based identification of software project manager soft skills**. Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2011 Eighth International Joint Conference on, pp.343,348, maio de 2011.

POSCH, I. & FITZPATRICK, G. **First steps in the FabLab**: experiences engaging children. In Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '12), Vivienne Farrell, Graham Farrell, Caslon Chua, Weidong Huang, Raj Vasa, and Clinton Woodward (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 497-500, 2012.

PUPO, R. **A inserção da prototipagem e fabricação digitais no processo de projeto**: um novo desafio para o ensino de arquitetura. Campinas: Tese (doutorado), UNICAMP, 2009.

QINGFENG, Z. **Analysis on social and cultural environment for scientific and technological innovation**. Artificial Intelligence, Management Science and Electronic Commerce (AIMSEC), 2011 2nd International Conference on, pp.5438-5442, agosto de 2011.

REGIS, C. **The Oxford Companion to The History of Modern Science**. New York: Oxford University Press, 2003.

RITTEL, H. & WEBBER, M. **Dilemmas in a General Theory of Planning**. In: Policy Sciences 4. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing, 1973.

ROCHA, H. V. & BARANAUSKAS, M. C. **Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador**. Instituto de Computação, UNICAMP, 2003.

ROWE, G. P. **Design Thinking**. Cambridge: The MIT Press, 1987.

RUSU, C.; RUSU, V.; RONCAGLIOLO, S. **Usability Practice: The Appealing Way to HCI**. Advances in Computer-Human Interaction, 2008 First International Conference on, pp.265-270, fevereiro de 2008.

SHANG, Y.; SHI, H. & CHEN, S. **An Intelligent Distributed Environment for Active Learning**. Journal on Educational Resources in Computing (JERIC), Summer 2001, Vol.1(2es), pp.4-es, 2011.

SIMON, H. **The Sciences of the Artificial**. Cambridge: MIT Press, 1969.

SOUSA, J. P. **Material Customization: Digital Fabrication workshop at ISCTE-IUL**. Symposium Digital Fabrication: a State of the Art. Nexus Network Journal 14, setembro de 2011.

TAAJAMAA, Ville; KIRJAVAINEN, Senni; REPOKARI, Lauri; SJOMAN, Heikki; UTRIAINEN, Tuuli; SALAKOSKI, Tapio. **Dancing with ambiguity design thinking in interdisciplinary engineering education**. Design Management Symposium (TIDMS), 2013 IEEE Tsinghua International , vol., no., pp.353,360, 1-2, dezembro de 2013

TIMMERMAN, B.; LINGARD, R. **Assessment of active learning with upper division computer science students**. Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual , vol.3, pp.S1D,7-12 vol.3, 5-8, novembro de 2003.

TORI, R.; MIRANDA, Fabio Roberto; SEPPI, Isaura da Cunha; HANNS, Daniela Kutschat; MARCHI, Polise Moreira. **LPAI - Laboratório de Pesquisa em Ambientes Interativos**. SBC Journal on 3D Interactive Systems, v. 2, p. 52-54, 2011.

XIE YUMIN. **A research on the evaluation of enterprise innovation system**. Management Science and Industrial Engineering (MSIE), 2011 International Conference on , vol., no., pp.607,611, 8-11 Jan. 2011

YANAZE, Mitsuru H. **Gestão de Marketing e Comunicação: avanços e aplicações**. São Paulo: Editora Saraiva, 2ª edição, 2011.

YANAZE, L. K. H. **Tecno-pedagogia: os games na formação do nativo digital**. São Paulo, Annablume Editora, 2012.

YANAZE, L. K. H.; LOPES, R. **Transversal Competencies of Electrical and Computing Engineers considering market demand**. IEEE 44th Annual Frontiers in Education Conference, 2014, Madri. Proceedings IEEE FIE 2014, 2014.

YUHUA HU; MCLAUGHLIN, P. **Technology-enhanced active learning in undergraduate biology education collaborative group work and peer assessment.** Education Technology and Computer (ICETC), 2010 2nd International Conference on, vol.3, pp. 514-518, junho de 2010.

ZUFFO; J. A. **A sociedade e a economia no novo milênio:** os empregos e as empresas no turbulento alvorecer do Século XXI, livro 3: a infoeconomia. Barueri: Editora Manole, 2004.

APÊNDICE A – Exemplos de fichamentos para revisão bibliográfica com atribuição de pesos e notas

Abaixo estão exemplos de fichamentos desenvolvidos para a leitura dos artigos que contribuem para a definição do conceito de “Ambientes tecno-pedagógicos”. Cada artigo foi lido com detalhe e foi sistematizado em ficha de leitura com descrição de título, autores, referência (para facilitar a composição das referências), resumo e outros artigos relacionados (referências).

Depois, para cada item trabalhado no artigo que colaborasse na definição de ambientes tecno-pedagógicos foi atribuído pesos (grau de importância do item para a definição) e notas (o quanto o artigo desenvolve e descreve o item de forma a contribuir para a definição). A nota ponderada e justificativa auxiliam no uso do artigo para a definição dos fundamentos dos ambientes tecno-pedagógicos, a saber: estrutura tecnológica, estratégias pedagógicas e métodos de avaliação em aprendizagem ativa.

Título	The One Room School House & Design Challenge Based Learning for design-oriented HCI education: Initial results, reflective hypotheses % collaborative issues
Autor(es)	Eli Blevis
Referência	BLEVIS, E. The One Room School House & Design Challenge Based Learning for design-oriented HCI education: Initial results, reflective hypotheses, & collaborative issues. Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2012 International Conference on , vol., no., pp.359-366, 21-25 May 2012
Resumo	O artigo descreve dois paradigmas diferentes de aprendizagem, o “One Room School House” (ORSH) e o Design Challenge Based Learning (DCBL) no ensino de Interação Homem Computador (HCI). O ORSH é uma metodologia de ensino orientada a projetos mesclando alunos de graduação e pós-graduação em ambientes pequenos. O DCBL é uma metodologia também orientada a projetos mas é voltado a um grupo maior de aluno no mesmo nível de formação
Referências	

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
ORSH (One Room School House)	Muito importante	10,0	10,0	Classes de 10 a 18 alunos, em sessões de 4 horas em diferentes níveis (graduação, especialização, mestrado e doutorado). Cada aluno tem metas individuais negociadas com o facilitador e apresenta a sua evolução a cada sessão, estando sujeito a comentários, sugestões e críticas do coletivo.
DCBL (Design Challenge Based Learning)	Muito importante	10,0	10,0	Voltado para classes maiores em sessões de até 3 horas, seguindo o roteiro: - Descrição do novo projeto e palestra ou discussão (30-60min) - em grupos menores de alunos, cada um apresenta o projeto da semana anterior e elegem 1 ou 2 projetos para apresentar para a classe (30-45min) - Apresentação, críticas e comentários coletivos sobre os projetos escolhidos nos (60-90min) - Escolha dos três melhores projetos e cerimônia de premiação simbólica (10min)
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			10,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
teste	Muito importante	10,0	10,0	
teste	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			5,0	

Título	Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts on Architectural Education
Autor(es)	Gabriela Celani
Referência	CELANI, G. Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts in Architectural Education (Paper presented at Symposium Digital Fabrication: a State of the Art, 9-10 September 2011). Nexus Network Journal 14, 3, 2012.
Resumo	Este artigo discute o papel dos novos laboratórios de fabricação digital na aprendizagem de arquitetura, como uma oportunidade para introduzir exploração prática junto com conteúdo científico. Inclui um histórico da instrução prática na arquitetura, uma descrição de laboratórios de fabricação digital, e uma comparação entre os métodos pedagógicos, em laboratórios de engenharia e laboratórios de fabricação digital. O artigo termina com uma reflexão sobre o impacto da introdução deste tipo de laboratórios na formação do arquiteto; cita-se diversos equipamentos e usos dos mesmos em laboratórios de fabricação digital
Referências	<p>DEWEY, J. 1997. Experience and education (1938). New York: Touchstone.</p> <p>MITCHELL, W. J. and M. MCCULLOUGH. 1994. Digital Design Media. New York: John Wiley and Sons.</p> <p>OXMAN R. and R. OXMAN, eds. 2010. The New Structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies AD Architectural Design 80, 4. London: Wiley.</p> <p>VOGIATZAKI-SPIRIDONIDIS, M. 2009. F2F – Continuum Architectural Design and Manufacturing:</p> <p>From the School Lab to the Fabrication Workshop. http://eacea.ec.europa.eu/llp/project_reports/documents/erasmus/erasmus_2007_progress_reports/ecue/eras_ecue_1345_40_continuum.pdf. Last accessed 17.07.2012.</p>

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
3D Modellers	Muito importante	10,0	10,0	Cortadores a laser, CNC, para a elaboração física de modelos e componentes
3D Scanners	Pouco importante	0,0	0,0	Pode ser substituído por processos de digitalização tradicionais, como modelagem; não há citação de uso prático
Immersive VR	Importante	0,0	0,0	Facilita a visualização e interação, mas tem alto custo de implementação e manutenção; não há citação de uso prático
Rapid Prototyping	Muito importante	7,0	7,0	Permite explorar diversas possibilidades de design; há pouca citação prática de como pode ser aplicado
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			4,3	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Iniciante: experimentos controlados	Importante	7,0	4,9	O instrutor apresenta a teoria e os equipamentos científicos de validação das evidências; não é usual em laboratórios de fabricação digital
Experimentos semi-estruturados	Muito importante	10,0	10,0	O instrutor apresenta um problema e discorre sobre as teorias envolvidas; o aluno é estimulado a usar os elementos tecnológicos para resolver o problema
Experimentos e projetos abertos	Muito importante	10,0	10,0	O instrutor apresenta um problema ou lança um desafio; o estudante identifica as teorias envolvidas e propõe/ desenvolve soluções para atender ao problema
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			8,3	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	Personal Fabrication: Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities
Autor(es)	Tomas Diez
Referência	DIEZ, T. Personal Fabrication: Fab Labs as Platforms for Citizen-Based Innovation, from Microcontrollers to Cities. Nexus Network Journal 14, 3, 2012.
Resumo	Este artigo discute a revolução da fabricação digital, tanto na criação de conhecimento quanto no desenvolvimento tecnológico já que novas ferramentas e processos estão se tornando mais acessível para as massas e estão sendo compartilhados em todo o mundo através de plataformas digitais, com uma filosofia de código aberto, tanto em <i>software</i> e <i>hardware</i> .
Referências	Neil Gershenfeld (Center for Bits and Atoms at MIT) Há dez anos atrás foram inaugurados FabLabs na Índia, Boston e Noruega

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
FabLab 1.0: máquinas de escala pequena	Muito importante	8,0	8,0	Máquinas que permitem a elaboração de peças e componentes no nível de prototipagem com fins de pesquisa e ensino
FabLab 2.0: uma FabLab que produz outro FabLab	Importante	8,0	5,6	Contém o maquinário necessário para montar um outro laboratório igual
FabLab 3.0: desenvolvimento em escala micron	Pouco importante	5,0	1,5	Laboratório preparado para trabalhar em escala de desenvolvimento de circuitos eletrônicos e microcontroladores
FabLab 4.0: programação	Importante	8,0	5,6	Laboratório com simuladores de realidade virtual e aumentada que permitem representar os projetos e componentes
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			5,2	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	Design-Through-Production Formulations
Autor(es)	Kevin R. Klinger
Referência	KLINGER, K. R. Design-Through-Production Formulations. Nexus Network Journal 14, 3, 2012.
Resumo	O artigo apresenta o conceito de desenvolvimento de design através da produção (Design-Through-Production) através de metodologias com base em estruturas digitais (fabricação digital). Apresenta casos que ilustram pedagogicamente a metodologia de Design-Through-Production.
Referências	

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Immersive learning	Muito importante	10,0	10,0	Interseção das atividades de sala de aula com parceiros reais do mercado; a metodologia de design-through-production é aplicada em projetos integrados que incentivam o desenvolvimento de habilidades de projeto com base em fabricação digital
Emerging media	Muito importante	8,0	8,0	Exploração das tecnologias de ponta para preparar os alunos para o mundo dirigido pela informação, aumentando o grau de conhecimento sobre a fabricação digital e o processo de design-through-production
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			9,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	Digital Fabrication for Educational Contexts
Autor(es)	Dennis Krannich Bernard Robben Sabrina Wilske
Referência	KRANNICH, D.; ROBBEN, B. & WILSKÉ, S. 2012. Digital fabrication for educational contexts. In Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '12). ACM, New York, NY, USA, 375-376.
Resumo	Workshop que apresenta o conceito de fabricação digital e que discute como essa abordagem nova e diversificada pode ser aplicado para contextos educativos.
Referências	Gershenfeld, N. 2005. FAB: The Coming Revolution on Your Desktop - From Personal Computers to Personal Fabrication. Basic Books, New York, NY.

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Cortador a laser	Muito importante	6,0	6,0	Cortar bidimensionalmente superfícies
Impressora 3D	Muito importante	6,0	6,0	Elaboração de objetos tridimensionais
Micro controladores	Muito importante	6,0	6,0	Desenvolvimento de circuitos eletrônicos automatizados
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			6,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Projeto preliminar à mão	Muito importante	8,0	8,0	Na fase preliminar, é importante que exista um certo grau de liberdade de projeto possível pelo desenho livre
Desenho técnico em CAD	Importante	8,0	5,6	Vetorização e formalização do projeto para adequá-lo às normas, demandas e limites de execução
Simulação virtual	Importante	9,0	6,3	Teste de eventuais erros de projeto em ambiente virtual e simulação de variáveis
Fabricação digital	Muito importante	9,0	9,0	Produção em escala, protótipo ou versão final do projeto
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			7,2	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	Advancing the Multidisciplinary Nature of Human Computer Interaction in a Newly Developed Undergraduate Course
Autor(es)	Cynthia Y. Lester
Referência	LESTER, C.Y. Advancing the Multidisciplinary Nature of Human Computer Interaction in a Newly Developed Undergraduate Course. Advances in Computer-Human Interaction, 2008 First International Conference on , vol., no., pp.177-182, 10-15 Feb. 2008
Resumo	O objetivo do artigo é descrever o desenvolvimento de um curso de graduação em Interação Homem Computador (HCI) a partir de uma perspectiva multidisciplinar para um público multidisciplinar com temas de várias disciplinas que são englobados dentro no campo da HCI.
Referências	

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Abordagem do facilitador	Muito importante	10,0	10,0	Abordagem centrada no aluno, onde o instrutor age como um facilitador e a responsabilidade é direcionada ao aluno para que alcance os resultados das diversas atividades; - aumenta a motivação em aprender, leva a maior retenção de conhecimento
Aprendizagem colaborativa / ensino boca-a-boca (peer teaching)	Muito importante	10,0	10,0	Grupos pequenos e/ou estratégias de peer teaching onde os alunos interagem e trocam conhecimento, idéias e experiências em um diálogo acadêmico mutuamente benéfico
Direcionado por projetos	Muito importante	10,0	10,0	Temas são propostos para que os grupos de alunos resolvam através de conhecimento, habilidades e competências adquiridas
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			10,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	Mapeamento de Competências dos Formandos da Escola Politécnica da USP
Autor(es)	Osvaldo Shigueru Nakao Mario Neto Borges Eduardo Pinheiro de Souza José Aquiles B. Grimoni
Referência	NAKAO, O. S.; BORGES, M. N.; SOUZA, E. P. & GRIMONI, J. A. B. Mapeamento de Competências dos Formandos da Escola Politécnica da USP. Revista de Ensino em Engenharia, v. 31, p. 31-39, 2012
Resumo	<p>Este artigo apresenta um estudo de caso feito na Escola Politécnica da USP sobre o mapeamento de competências com uso da metodologia Mapcom, que</p> <p>permite a identificação e mensuração de um conjunto de competências alinhadas com objetivos estratégicos.</p>
Referências	<p>Competência é o conjunto formado pelo conhecimento que é o saber, pela habilidade que é o saber fazer e pela atitude que é o optar por fazer. A competência é a mobilização de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias ao desempenho de atividades ou funções (NAKAO, 2005).</p> <p><i>competência = (conhecimento + habilidades) atitudes</i></p> <p>Competências analisadas (MAPCOM/VECA):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Planejamento 2. Organização 3. Controle 4. Liderança 5. Comunicação 6. Decisão 7. Tempo de execução 8. Intensidade operacional 9. Relação com a autoridade 10. Flexibilidade/ criatividade 11. Atenção/priorização 12. Detalhismo/delegação 13. Administração de conflitos 14. Controle emocional 15. Disposição para mudanças 16. Afetividade 17. Realização 18. Auto-imagem 19. Sociabilidade 20. Mobilidade física

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
MAPCOM/ VECA	Muito importante	10,0	10,0	Análise das competências adquiridas
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			10,0	

Título	First steps in the FabLab - experiences engaging children
Autor(es)	Irene Posch Geraldine Fitzpatrick
Referência	POSCH, I. & FITZPATRICK, G. First steps in the FabLab: experiences engaging children. In Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference (OzCHI '12), Vivienne Farrell, Graham Farrell, Caslon Chua, Weidong Huang, Raj Vasa, and Clinton Woodward (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2012.
Resumo	O artigo apresenta uma reflexão sobre a experiência de utilização de laboratório de fabricação digital com crianças (50 crianças de 10 a 14 anos) em seu processo educacional
Referências	

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Estampa de camiseta (Gimp / Inkscape) - cortadora de vinil	Importante	8,0	5,6	Elaboração de uma estampa pessoal através de corte de vinil
Modelo 3D (SketchUp) - impressora 3D	Muito importante	9,0	9,0	Impressão tridimensional de um modelo criado pela criança
Eletrônica - PCB for Drawdio	Muito importante	9,0	9,0	Exploração de eletrônica básica através de micro-controladores
Programação - Scratch	Muito importante	9,0	9,0	Noções de programação básica
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			8,2	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Uso de softwares livre	Importante	10,0	7,0	Garantir a transferência de conhecimento para trabalhar em outros laboratórios, assim como para a escola e casa
Produtos finais são de propriedade dos alunos	Importante	10,0	7,0	Aumenta o engajamento e interesse do aluno na fabricação digital de projetos pessoais
Apresentação dos campos de aplicação da fabricação digital	Muito importante	10,0	10,0	Informação sobre mercado, campos de aplicação e atuação e possível continuidade na formação STEM
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			8,0	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

Título	An Intelligent Distributed Environment for Active Learning
Autor(es)	Yi Shang Hongchi Shi Su-Shing Chen
Referência	SHANG, Y.; SHI, H. & CHEN, S. An Intelligent Distributed Environment for Active Learning. Journal on Educational Resources in Computing (JERIC), Summer 2001, Vol.1(2es), pp.4-es
Resumo	O artigo apresenta um ambiente inteligente assistido para uma aprendizagem ativa centrada no aluno, altamente interativo. O ambiente identifica e aproveita o perfil de aprendizagem do aluno, tais como estilo de aprendizagem e background de conhecimento em selecionar, organizar e apresentar o conteúdo aprendido, e adota uma nova abordagem para a organização do curso em seu conteúdo e metodologia com base em componentes instrucionais inteligentes. O meio ambiente está sendo implementado usando a Internet, Web, biblioteca digital e tecnologias de multiagentes.
Referências	A abordagem da aprendizagem ativa enfatiza o engajamento do aluno no processo de aprendizagem [Bonwell 1996; Richards 1995; Rubin e Hebert 1998], onde as atividades de aprendizagem envolvem algum tipo de diálogo. Os dois principais tipos de diálogos são consigo mesmo (reflexão) e diálogo com outros e os dois principais tipos de experiência são a observação e a execução.

ESTRUTURA TECNOLÓGICA				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
...		0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
Expandindo as experiências de aprendizagem	Muito importante	7,0	7,0	Maneiras dinâmicas de promover o diálogo através de grupos pequenos, resolução de problemas e interação com profissionais através de fóruns e blogs
Aproveitando o poder da interação	Muito importante	8,0	8,0	Sinergia e interação através da reflexão, diálogo com colegas e agentes externos, observação e execução (fabricação digital, por exemplo)
Criando a uma dialética entre experiência e diálogo	Muito importante	7,0	7,0	Incentivar o aluno a pensar nos processos de experiência e diálogo para estruturar uma atmosfera de aprendizagem mais satisfatória e eficiente
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			7,3	

METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO				
Variáveis	Peso	Nota	Pond	Justificativa
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
	...	0,0	0,0	
NOTA PONDERADA			0,0	

APÊNDICE B – Tabulação da análise dos anúncios do IEEE Job Site

Trabalho de tabulação de todos os anúncios analisados do IEEE Job Sites para a identificação e quantificação das competências transversais enfatizadas. Primeiramente, apresenta-se a lista dos anúncios relacionando-os a um número de identificação. Depois é mostrada a tabulação das competências identificadas e citadas pelo número de identificação.

Identificação dos anúncios

ID	TÍTULO DO ANÚNCIO
1	<u>Innovation Leadership Program 2014 - Project Electrical Engineer (Analog)</u>
2	<u>Innovation Leadership Program 2014 - Project Electrical Engineer (Analog)</u>
3	<u>Mobile RF Electrical Engineer Architect</u>
4	<u>R&D Electrical Engineer</u>
5	<u>Display Electrical Engineer</u>
6	<u>Display Electrical Engineer</u>
7	<u>Display Electrical Engineer</u>
8	<u>Display Electrical Engineer</u>
9	<u>Display Electrical Engineer</u>
10	<u>Technical Co-op/Internship - Electrical Engineering</u>
11	<u>Sr. Display Electrical Engineer</u>
12	<u>Project Electrical Engineer (Mandarin Speaker) - Shenzhen</u>
13	<u>Display Electrical Engineer</u>
14	<u>Electrical Engineer Power Distribution (Marshalltown IA)</u>
15	<u>Electrical Engineer - New Grad</u>
16	<u>Sr. Display Electrical Engineer</u>
17	<u>Electrical Engineer</u>
18	<u>Sr Electrical Engineer II</u>
19	<u>Electrical Engineer</u>
20	<u>Package Electrical Engineer (NCG)</u>
21	<u>Engineer IV, Electrical Engineering</u>
22	<u>Engineer IV, Electrical Engineering</u>
23	<u>Intern - Electrical Engineering</u>
24	<u>University Relations - Electrical Engineering</u>
25	<u>Electrical Engineer - Summer Internship</u>
26	<u>Field Electrical Engineer</u>
27	<u>Engineer 3 - Plant Engineering - Electrical Engineer</u>
28	<u>Electrical Engineer III</u>
29	<u>Hardware Electrical Engineer</u>
30	<u>System Control Center Electrical Engineer</u>
31	<u>Electrical Engineer III Controls (Marshalltown IA)</u>
32	<u>Electrical Engineer I</u>
33	<u>Electrical Engineer I</u>

34	<u>Electrical Engineer (NavAidS) - Airport Program, Saudi Arabia</u>
35	<u>Electrical Engineer (Airside/AGL) - Airport Program, Saudi Arabia</u>
36	<u>Engineering - Mechanical/Electrical Engineers - Internships in Brussels, Belgium (m/f)</u>
37	<u>Engineering - Mechanical/Electrical Engineers - Internships in Brussels, Belgium (m/f)</u>
38	<u>Electrical Engineer, Sr. Electrical Engineer, Team Lead</u>
39	<u>Associate/Senior Electrical Engineer - Shenzhen</u>
40	<u>Facilities Electrical Engineer</u>
41	<u>Electrical Engineer III</u>
42	<u>Undergraduate Engineer – Electrical Engineering Student Intern</u>
43	<u>Electrical Engineer / Senior Engineer</u>
44	<u>Electrical Engineering (I/II)</u>
45	<u>Electrical Engineering (I/II)</u>
46	<u>Site Electrical Engineer, Dubai</u>
47	<u>Electrical Engineering Technologist (Railway Signals) - Graduate</u>
48	<u>Electrical Engineering - Intern</u>
49	<u>Electrical Engineering Co-Op</u>
50	<u>Senior Electrical Engineer - (MC12360)</u>
51	<u>RR - Electrical Engineer (Safety and Graphics Business Lab)</u>
52	<u>TABC - Electrical Engineer Specialist</u>
53	<u>TABC - Electrical Engineer Specialist</u>
54	<u>Electrical Engineer</u>
55	<u>Electrical Engineer (w\m) Water Purification Systems</u>
56	<u>Electrical Engineer 2</u>
57	<u>Electrical Engineer 2</u>
58	<u>Electrical Engineer Intern</u>
59	<u>Electrical Engineer 1</u>
60	<u>Graduate Electrical Engineer</u>
61	<u>Sr Electrical Engineer II</u>
62	<u>Sr. Electrical Engineering Technician</u>
63	<u>Electrical Engineer II</u>
64	<u>Summer Internship Tech IV, Electrical Engineer</u>
65	<u>Electrical Engineering Co-op (Summer/Fall 2014)</u>
66	<u>Electrical Engineer 3</u>
67	<u>Electrical Engineer, Kato Engineering</u>
68	<u>Nuclear Electrical Engineer 2</u>
69	<u>Senior Electrical Engineer, Abu Dhabi</u>
70	<u>Plant Project Electrical Engineer (Plant Watson - Gulfport, MS)</u>
71	<u>Electrical Engineer</u>
72	<u>Electrical Engineer V (motor engineer)</u>
73	<u>Senior Electrical Engineer - Airport Program , Saudi Arabia</u>
74	<u>Electrical Engineer</u>
75	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
76	<u>Electrical Engineer</u>
77	<u>Electrical Engineer - Entry/Jr. Level</u>
78	<u>DSP Electrical Engineer</u>
79	<u>Electrical Engineer - Entry level</u>
80	<u>Electrical Engineer with Software skills and Power Industry experience</u>
81	<u>Electrical Engineer (III/IV)</u>

82	<u>Electrical Engineer - Airport Program, Saudi Arabia</u>
83	<u>Graduates 2014 - Electrical Engineering - Building Services</u>
84	<u>Senior Electrical Engineer - Water and Utilities, Qatar</u>
85	<u>Engineer IV, Electrical Engineering</u>
86	<u>Electrical Engineer - Senior</u>
87	<u>Electrical Engineer (II/III)</u>
88	<u>Electrical Engineer</u>
89	<u>Electrical Engineer</u>
90	<u>Electrical Engineer</u>
91	<u>Senior Electrical Engineer - Building Services</u>
92	<u>Engineer II, Electrical Engineering</u>
93	<u>Electrical Engineer- Automation</u>
94	<u>Electrical Engineer - Intermediate to Senior</u>
95	<u>Senior Electrical Engineer - Airport Program, Saudi Arabia</u>
96	<u>Principal Electrical Engineer/ Building, Saudi Arabia</u>
97	<u>Electrical Engineer</u>
98	<u>Electrical Engineer</u>
99	<u>Electrical Engineering Intern</u>
100	<u>Senior Electrical Engineer</u>
101	<u>Smart Appliances Electrical Engineer</u>
102	<u>Electrical Engineer</u>
103	<u>Sr. Electrical Engineer- Controls & Motors</u>
104	<u>Lead Electrical Engineer</u>
105	<u>Electrical Engineer II</u>
106	<u>Electrical Engineer</u>
107	<u>Entry Level Electrical Engineer Job</u>
108	<u>Electrical Engineer Sr.</u>
109	<u>Electrical Engineer II</u>
110	<u>Electrical Engineer</u>
111	<u>Electrical Engineer</u>
112	<u>Electrical Engineer Associate</u>
113	<u>Electrical Engineer 4</u>
114	<u>Senior Electrical Engineer</u>
115	<u>Hydro Electrical Engineer 4</u>
116	<u>Electrical Engineer 4</u>
117	<u>Graduate Electrical Engineer</u>
118	<u>Graduate Electrical Engineer</u>
119	<u>Graduate Electrical Engineer (ID# 21995)</u>
120	<u>Graduate Electrical Engineer (ID# 22145)</u>
121	<u>DuPont Luxembourg - Chemical, Mechanical & Electrical Engineers</u>
122	<u>Senior Electrical Engineer</u>
123	<u>Intern- Electrical Engineer</u>
124	<u>Electrical Engineer</u>
125	<u>Senior Electrical Engineer</u>
126	<u>Electrical Engineer</u>
127	<u>Electrical Engineer 4 - Nuclear</u>
128	<u>DEVELOPMENT ENGINEER III (Electrical Engineering Background)</u>
129	<u>University Recruiting Electrical Engineer</u>

130	<u>Electrical Engineer 5</u>
131	<u>Electrical Engineer - Norco, LA</u>
132	<u>Electrical Engineer</u>
133	<u>Electrical Engineer</u>
134	<u>Electrical Engineer</u>
135	<u>Electrical Engineer- Critical Power Distribution Design for Mission Critical Systems</u>
136	<u>Electrical Engineer 3</u>
137	<u>Electrical Engineering Intern</u>
138	<u>Electrical Engineer</u>
139	<u>Analog - Power Electrical Engineer - South Florida</u>
140	<u>Sr. Project Electrical Engineer</u>
141	<u>Electrical Engineer - Dallas, Texas</u>
142	<u>Electrical Engineer/Graduate Electrical Engineer</u>
143	<u>Electrical Engineer - Projects - Norco, LA</u>
144	<u>Sr Electrical Engineer - Design Assurance Center of Excellence (Cedar Rapids, IA)</u>
145	<u>Senior Electrical Engineering, Transit</u>
146	<u>Senior Electrical Engineer</u>
147	<u>Senior Electrical Engineer</u>
148	<u>Senior Electrical Engineer (Solar PV/T&D)</u>
149	<u>Electrical Engineer</u>
150	<u>Electrical Engineer</u>
151	<u>Senior Electrical Engineer</u>
152	<u>Principal Electrical Engineer</u>
153	<u>Electrical Engineering Intern</u>
154	<u>Manager, Electrical Engineering, Water</u>
155	<u>Senior Electrical Engineer</u>
156	<u>Electrical Engineer Job</u>
157	<u>Graphics Hardware Electrical Engineer for Commercial Notebooks</u>
158	<u>Director, Electrical Engineering</u>
159	<u>Electrical Engineer 6</u>
160	<u>Electrical Engineer 6</u>
161	<u>Industrial Solutions Engineer</u>
162	<u>Electrical Engineering Technical Managers - Belleville or Brockville, Ontario - 2014 Start Dates</u>
163	<u>Electrical Engineering Technical Managers - Belleville or Brockville, Ontario - 2014 Start Dates</u>
164	<u>Electrical Engineering Technical Managers - Belleville or Brockville, Ontario - 2014 Start Dates</u>
165	<u>AFS - Electrical Engineer IV - Advisory</u>
166	<u>Lead Electrical Engineer (Riyadh) Job</u>
167	<u>Electrical Engineer 4</u>
168	<u>Electrical Engineer 4</u>
169	<u>Sr. Electrical Engineering Specialist</u>
170	<u>Electrical Engineer 1 or II</u>
171	<u>Analog/RF Electrical Engineering Leader</u>
172	<u>Electrical Engineer - Houston, TX</u>
173	<u>Electrical Engineer III NPD</u>
174	<u>Senior Electrical Engineer - Carson, CA</u>
175	<u>Electrical Engineer IV</u>
176	<u>Lead Electrical Engineer</u>
177	<u>Electrical Engineer Internship</u>

178	<u>Electrical Engineering CO-OP (Summer)</u>
179	<u>Electrical Engineer</u>
180	<u>Senior Electrical Engineer/Project Managers Needed in Sunny Southern California!</u>
181	<u>Senior Electrical Engineer/Project Managers Needed in Sunny Southern California!</u>
182	<u>Electrical Engineer - Dallas, Texas</u>
183	<u>Principal Electrical Engineer *</u>
184	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
185	<u>Electrical Engineer</u>
186	<u>Electrical Engineer (internship)</u>
187	<u>Electrical Engineering Intern</u>
188	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
189	<u>DASIC Electrical Engineer Summer Intern - 3rd Yr Complete</u>
190	<u>Electrical Engineering Summer Intern 3rd Year Completed</u>
191	<u>Electrical Engineer</u>
192	<u>Electrical Engineer</u>
193	<u>Electrical Engineer</u>
194	<u>Entry Level Electrical Engineer</u>
195	<u>Electrical Engineer</u>
196	<u>Research & Development Scientist - Electrical Engineering, Engineering Physics, Computer Science</u>
197	<u>Electrical Engineers</u>
198	<u>Electrical Engineers</u>
199	<u>*Electrical Engineer</u>
200	<u>Machine Design Electrical Engineer Supervisor</u>
201	<u>Sr Manufacturing Electrical Engineer</u>
202	<u>Electrical Engineer 5 (Research)</u>
203	<u>Lead Electrical Engineer</u>
204	<u>Senior Electrical Engineer - IC Design - Honeywell Sensors</u>
205	<u>Networking Hardware Electrical Engineer</u>
206	<u>Sr Instrumentation and Electrical Engineer - Manufacturiing Technology</u>
207	<u>Electrical Engineer Internship</u>
208	<u>Electrical Engineer</u>
209	<u>Staff Electrical Engineer</u>
210	<u>Electrical Engineer 3Work Location:United States (Bothell, WA)</u>
211	<u>Electrical Engineer, Senior</u>
212	<u>Project Electrical Engineer - Convent, LA</u>
213	<u>Sr Project Manager – Control & Electrical Engineering</u>
214	<u>Electrical Engineering Co-Op</u>
215	<u>European Electrical Engineer</u>
216	<u>Electrical Engineering Co-Op</u>
217	<u>Electrical Engineer I - AMI, Broken Arrow OK</u>
218	<u>Electrical Engineer 4</u>
219	<u>Electrical Engineer II - AMI, Broken Arrow OK</u>
220	<u>Electrical Engineer - Product Development</u>
221	<u>Electrical Engineer</u>
222	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
223	<u>Supplier Quality Electrical Engineer</u>
224	<u>Electrical Engineer</u>
225	<u>Lead Electrical Engineer - Contingent on Award</u>

226	<u>SUMMER INTERN - Electrical Engineering</u>
227	<u>Senior Electrical Engineer - Toronto, ON</u>
228	<u>CR1096: Design Manager - Electrical Engineer PE</u>
229	<u>Electrical Engineer or Designer - Buildings</u>
230	<u>Staff Electrical Engineer</u>
231	<u>Electrical Engineer Supervisor</u>
232	<u>Senior Electrical Engineer - Toronto, ON</u>
233	<u>Electrical Engineer - Buildings</u>
234	<u>Senior Electrical Engineer</u>
235	<u>Electrical Engineer</u>
236	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
237	<u>Principal Electrical Engineer</u>
238	<u>Principal Electrical Engineer (High Voltage) - Yanbu, Saudi Arabia</u>
239	<u>Computer Engineer, GS-854-13 (VOLPE Employees Only) SB</u>
240	<u>Electrical Engineering Intern 2</u>
241	<u>Electrical Engineer - New Graduate</u>
242	<u>Electrical Engineering Intern 2</u>
243	<u>Electrical Engineer 3 (Research)</u>
244	<u>Senior Electrical Engineer - Analog and Digital Circuit Design - Honeywell</u>
245	<u>Electrical Engineering & Electrical Engineering Technology - Internship</u>
246	<u>Electrical Engineer</u>
247	<u>Electrical Engineer I</u>
248	<u>Electrical Engineering & Electrical Engineering Technology - Full-time Entry-level</u>
249	<u>Electrical Engineering & Electrical Engineering Technology - Internship</u>
250	<u>Electrical Engineer I</u>
251	<u>Electrical Engineering & Electrical Engineering Technology - Full-time Entry-level</u>
252	<u>Electrical Engineer I</u>
253	<u>Electrical Engineer</u>
254	<u>Electrical Engineer (FPGA)</u>
255	<u>Senior Principal Electrical Engineer</u>
256	<u>Electrical Engineer</u>
257	<u>Senior Principal Electrical Engineer</u>
258	<u>Electrical Engineer - HD Electric Company</u>
259	<u>Electrical Engineer Sr.</u>
260	<u>Senior Staff Electrical Engineer</u>
261	<u>Electrical Engineer</u>
262	<u>Electrical Engineer</u>
263	<u>Electrical Engineer</u>
264	<u>Electrical Engineering Summer Associate</u>
265	<u>Electrical Engineer</u>
266	<u>Electrical Engineer</u>
267	<u>CH2M Hill Senior Electrical Engineer – Anchorage, AK</u>
268	<u>*Electrical Engineer</u>
269	<u>Staff Electrical Engineer</u>
270	<u>Electrical Engineer, Junior</u>
271	<u>Electrical Engineering (MS level) Summer Associate</u>
272	<u>*Automotive Senior Electrical Engineer</u>
273	<u>Electrical Engineer- Pittsburgh, Pennsylvania</u>

274	<u>Electrical Engineer</u>
275	<u>Principal Electrical Engineer</u>
276	<u>Associate Electrical Engineer RT, Washington DC</u>
277	<u>Electrical Engineer - Tulsa, Oklahoma Area</u>
278	<u>Sr Electrical Engineer- RF/Power Amplifier Design</u>
279	<u>Engineer IV, V, VI</u>
280	<u>Engineer IV/V - Protection</u>
281	<u>Engineering Services Territory Manager Saudi Arabia</u>
282	<u>Associate Technician</u>
283	<u>Digital Hardware Design Engineer</u>
284	<u>Senior Electrical Engineer</u>
285	<u>Senior Electrical Engineer - Yanbu, Saudi Arabia</u>
286	<u>Computer Engineer</u>
287	<u>Application Engineer - Protection</u>
288	<u>Quality Assurance Coordinator</u>
289	<u>Proposals Engineer</u>
290	<u>Application Specialist - Automation</u>
291	<u>Application Engineer - Automation</u>
292	<u>Application Engineer - Protection</u>
293	<u>Electrical Engineer, Software</u>
294	<u>Electrical Engineer - Intern/Co-op</u>
295	<u>Senior Principal Electrical Engineer</u>
296	<u>Sr. Electrical Engineer, Engineering Services</u>
297	<u>Electrical Engineer - Advanced Lavatories</u>
298	<u>Lead Instrumentation and Electrical Engineer</u>
299	<u>Senior Electrical Engineer - Electric Arc Furnaces</u>
300	<u>Sr. Electrical Engineer</u>
301	<u>Principal Supplier Quality Electrical Engineer</u>
302	<u>Lead Electrical Engineer</u>
303	<u>Project Electrical Engineer - Los Angeles</u>
304	<u>Electrical Engineer</u>
305	<u>Mid-level Electrical Engineer – Anchorage, AK</u>
306	<u>Electrical Engineer - Solar Array / Photovoltaics</u>
307	<u>Electrical Engineer- Pittsburgh, Pennsylvania</u>
308	<u>CH2M Hill Senior Electrical Engineer – Anchorage, AK</u>
309	<u>Electrical Engineer - Solar Array / Photovoltaics</u>
310	<u>Mid-level Electrical Engineer – Anchorage, AK</u>
311	<u>Sr Electrical Engineer - Hardware Circuit Card Design</u>
312	<u>Electronics Engineer</u>
313	<u>Electronics Engineer (NAV/COM/Lighted)</u>
314	<u>Electronics Engineer (NAV/COM/VisAids)</u>
315	<u>Electronics Engineer (NAV/COM/Lighted)</u>
316	<u>Associate Application Engineer - Automation</u>
317	<u>Test Engineering Technician</u>
318	<u>Hardware Engineer</u>
319	<u>Web Designer II or III</u>
320	<u>Test Engineer</u>
321	<u>Application Engineer - Automation</u>

322	<u>Senior EMC Compliance Engineer</u>
323	<u>Product Engineer</u>
324	<u>Sales Engineer I, II, III - Enclosure Products</u>
325	<u>Associate Compliance Engineer</u>
326	<u>Application Engineer - Automation</u>
327	<u>Lead Hardware Engineer</u>
328	<u>Assemblers - Pullman</u>
329	<u>Associate Engineer</u>
330	<u>Research Engineer</u>
331	<u>Hardware Engineer - RTL Emphasis</u>
332	<u>Engineer I, II, III - Automation</u>
333	<u>Application Engineer - Communication</u>
334	<u>Hardware Engineer</u>
335	<u>Test Engineer</u>
336	<u>Localization Engineer</u>
337	<u>Commissioning Engineer</u>
338	<u>Application Engineer - Automation</u>
339	<u>Application Engineer - Automation</u>
340	<u>Process Engineering Manager</u>
341	<u>Lead Product Engineer - Wireless & Precise Time Products</u>
342	<u>Senior / Principal Instrumentation and Electrical Engineer</u>
343	<u>Senior Electrical Engineer (Optoelectronics)</u>
344	<u>CSE Electrical Engineering 3/4, Los Alamos Job</u>
345	<u>SR Electrical Engineer</u>
346	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
347	<u>Interdisciplinary Engineer/Computer Scientist</u>
348	<u>ELECTRICAL ENGINEER</u>
349	<u>ELECTRONIC TECHNICIAN</u>
350	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
351	<u>SUPERVISORY TECHNICIAN</u>
352	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
353	<u>Electrical Engineer</u>
354	<u>Interdisciplinary Electrical/Electronics Engineer</u>
355	<u>Interdisciplinary Electrical/Electronics Engineer</u>
356	<u>Aerospace Engineer</u>
357	<u>ENGINEER/SCIENTIST</u>
358	<u>ENGINEER</u>
359	<u>AEROSPACE ENGINEER</u>
360	<u>SUPERVISORY AEROSPACE ENGINEER</u>
361	<u>AEROSPACE ENGINEER</u>
362	<u>Electronics Technician</u>
363	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
364	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
365	<u>INTERDISC ENGINEER/SCIENTIST</u>
366	<u>SUPERVISORY AEROSPACE ENGINEER</u>
367	<u>ENGINEER/SCIENTIST</u>
368	<u>ELECTRONICS TECHNICIAN</u>
369	<u>INTERDISCIPLINARY</u>

370	<u>COMPUTER ENGINEER</u>
371	<u>Electronics Technician</u>
372	<u>ENGINEER</u>
373	<u>Electronics Technician</u>
374	<u>ENGINEER</u>
375	<u>ENGINEER</u>
376	<u>Interdisciplinary</u>
377	<u>ELECTRICAL ENGINEER/CHEMICAL ENGINEER</u>
378	<u>ELECTRONICS ENGINEER</u>
379	<u>ENGINEER</u>
380	<u>Aerospace Engineer</u>
381	<u>COMPUTER ENGINEER</u>
382	<u>ENGINEER/SCIENTIST</u>
383	<u>ENGINEER/SCIENTIST</u>
384	<u>Electrical Engineer</u>
385	<u>ELECTRICAL ENGINEER</u>
386	<u>ELECTRICAL ENGINEER</u>
387	<u>ELECTRICAL ENGINEER</u>
388	<u>Electronics Engineer</u>
389	<u>Interdisciplinary (Supv Computer Engineer/Supv Electronics Engineer/Supv Computer Scientist)</u>
390	<u>COMPUTER ENGINEER, ELECTRONICS ENGINEER, OR COMPUTER SCIENTIST</u>

Tabulação das competências transversais identificadas e quantificadas

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Initiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
1	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
3							x			x									x									
4		x			x		x			x						x				x		x						
5						x	x				x	x							x									
6						x	x				x	x							x									
7						x	x				x	x							x									
8						x	x				x	x							x									
9						x	x				x	x							x									
10			x	x			x																					
11						x	x				x	x							x									
12																												
13						x	x				x	x							x									
14																												
15			x		x		x		x		x					x		x										
16																												
17			x				x											x										
18	x	x	x			x	x			x						x							x					
19																												
20							x			x																		
21																												
22																												
23																												
24							x									x												
25		x					x		x										x	x	x							
26				x	x										x							x						
27																												
28																												
29		x	x			x	x																					
30		x					x		x	x														x				
31							x																					
32																												
33																												
34																												
35																												
36				x			x						x								x				x			
37				x			x						x								x				x			
38			x				x																					
39				x			x																					
40	x						x																					
41																												
42	x	x																										
43	x	x						x																				
44	x	x					x				x																	
45	x	x					x				x																	
46	x		x														x	x			x							
47							x																					
48							x																					
49									x																			
50												x																

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Initiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
101	x	x	x				x																x					
102		x					x						x				x											x
103		x				x	x																x					
104			x				x																x					
105																												
106	x	x						x	x	x								x										
107			x	x	x																		x					
108																												
109																												
110	x									x															x			
111	x	x	x				x																					
112																												
113	x		x				x										x											x
114	x	x					x			x						x		x	x						x			
115	x		x				x										x											x
116	x		x				x										x											x
117		x					x			x			x		x			x										
118		x					x			x			x		x			x										
119		x					x			x			x		x			x										
120		x					x			x			x		x			x										
121			x	x			x			x	x		x		x								x			x		
122																												
123	x	x		x		x	x		x				x				x								x	x		x
124	x															x		x										
125	x						x		x	x							x	x	x									
126		x	x				x		x				x					x			x	x				x		
127	x		x				x										x											x
128	x									x																		
129																												
130	x		x				x										x											x
131		x	x				x			x									x					x	x		x	
132		x		x				x																	x			
133	x	x					x				x		x															
134					x		x			x	x		x		x	x					x		x		x			x
135							x				x												x					
136	x	x						x											x			x						
137		x			x		x	x																				
138																												
139		x	x		x	x	x			x	x				x		x		x	x								
140		x			x		x			x																		
141		x									x																	
142	x	x			x		x					x						x	x			x	x		x			
143			x							x															x			
144		x	x				x			x			x		x	x	x								x			x
145			x				x		x						x	x		x										x
146							x					x																
147	x	x	x				x				x																	
148	x	x					x		x		x					x		x										
149							x																					
150	x	x	x				x		x								x											

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Initiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
151	x	x	x				x		x								x											
152	x	x	x				x		x								x											
153		x				x	x		x		x																	
154	x	x	x			x	x																x					x
155							x				x		x															
156							x																					
157		x	x	x	x		x		x		x		x			x		x	x					x				
158	x		x		x		x								x	x		x							x			x
159	x	x					x		x		x					x		x										
160	x	x					x		x		x					x		x										
161		x					x								x				x							x		
162		x	x				x												x		x							
163		x	x				x												x		x							
164		x	x				x												x		x							
165	x	x	x		x	x		x	x	x						x							x		x			
166			x				x																					
167	x	x	x				x													x	x	x						
168	x	x	x				x													x	x	x						
169			x																									
170						x	x																					
171	x	x	x				x		x	x		x							x	x								
172																												
173					x		x				x																	
174			x				x																					x
175		x							x																			
176	x		x				x																					x
177							x					x											x		x			
178					x																							
179		x	x																									
180	x	x					x				x												x					
181	x	x					x				x												x					
182																												
183																												
184			x				x											x					x		x		x	x
185		x					x				x																	
186		x					x									x							x		x			
187	x	x					x																					
188			x			x																						
189																												
190		x					x				x							x							x			
191																												
192									x										x						x			
193		x					x				x									x								
194		x			x		x			x							x	x										
195		x			x		x			x							x	x										
196		x					x						x							x								
197				x			x								x													
198				x			x								x													
199							x																		x			
200	x	x	x		x		x			x	x				x				x									

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting / Initiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
201																												
202	x	x	x				x													x	x	x						
203		x	x																									
204		x	x				x									x	x					x	x		x			x
205		x	x				x			x	x											x				x		
206																												
207			x				x					x												x				
208	x		x			x	x										x						x					
209	x		x				x		x																	x		
210		x					x			x						x	x						x			x		
211	x		x		x																							
212	x		x			x	x				x													x				
213		x	x	x	x		x				x					x				x	x		x		x			
214	x						x									x												
215			x	x			x																					
216																												
217		x					x																					
218	x									x																		
219		x					x																					
220																												
221																												
222		x					x		x	x																		
223																												
224		x	x				x																	x				
225																												
226																												
227																												
228	x		x		x		x																					
229	x	x					x																	x				
230	x	x																										
231		x	x	x	x		x			x	x					x				x								
232																												
233	x	x	x				x		x				x		x											x		
234	x	x	x																									
235		x					x			x			x								x		x			x		
236		x					x			x			x								x		x			x		
237							x			x										x								
238				x			x		x																x			
239					x																					x		
240		x						x					x															
241																												
242		x						x					x															
243		x	x					x					x															
244							x																					x
245			x		x		x				x					x												
246		x					x		x	x						x												x
247	x	x	x				x			x	x									x								
248			x				x				x																	
249			x				x																					
250	x	x					x			x	x									x								

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Initiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
251			x				x											x										
252		x					x		x																			
253		x															x											
254		x																x				x						
255							x			x					x				x									
256		x					x										x			x								
257		x	x				x			x																x		
258																		x										
259									x	x																		
260		x	x				x			x														x		x		
261		x	x		x		x			x		x						x	x							x		x
262					x		x																					
263					x		x																					
264																												
265			x							x								x	x							x		
266																x												
267																												
268																												
269	x	x	x				x		x	x				x				x								x		
270													x		x													
271																												
272																												
273			x				x			x																x		
274																												
275			x							x								x										
276																												
277		x					x			x		x																
278					x		x			x			x		x											x		
279		x	x	x	x		x																					x
280		x		x	x		x							x							x							
281	x	x	x		x		x														x							x
282		x			x		x														x							
283		x					x														x				x			x
284	x						x			x	x	x				x		x							x			
285							x																					
286		x	x									x		x											x			
287		x		x	x		x														x							x
288		x					x			x							x				x				x			
289		x			x		x														x				x			
290		x			x		x														x							x
291		x			x		x														x							
292		x		x	x		x														x							x
293										x								x										
294																												
295		x					x	x	x		x					x										x		
296					x					x		x				x			x					x				x
297							x																		x			
298		x		x	x		x									x												
299																												
300		x	x				x						x	x														

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Innitiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
301	x	x	x				x										x							x				
302																												
303																												
304							x																					
305			x																						x			
306		x	x				x																			x		
307	x		x				x																					
308	x		x																						x			
309		x	x				x																					
310	x	x																										
311	x	x					x	x														x			x			
312					x																							
313																												
314					x																							
315																												
316		x			x		x														x							x
317		x					x														x							
318		x					x														x							
319		x					x		x		x						x				x							
320		x					x														x							
321		x			x		x														x							x
322		x	x				x				x		x								x							
323		x			x		x														x							x
324		x	x				x		x							x					x							x
325		x	x				x				x		x								x							
326		x			x		x														x							x
327		x					x														x				x			
328		x					x								x						x							
329		x			x		x														x							
330		x			x		x														x				x			
331		x					x														x				x			
332		x		x	x		x														x							x
333		x		x			x														x							
334		x					x														x				x			
335		x					x			x																		x
336		x					x														x							
337		x		x	x		x														x							
338		x			x		x														x							
339		x			x		x														x							x
340		x	x				x			x											x							x
341		x			x		x														x							x
342	x	x	x		x		x																x					x
343		x	x				x		x							x									x			x
344			x				x																					
345	x	x	x			x	x								x	x		x										x
346							x																					
347					x																							x
348					x		x																					x
349					x																							
350			x		x																							x
351							x																		x			
352			x		x		x																					
353					x		x																					
354	x				x		x																			x		
355					x		x																			x		

ID	inter-disciplinary	collaborative / team work	leadership/ delegate work	global/ multicultural	willingness to travel	hands-on attitude	communication skills	take direction	work independently/ minimal supervision	solving problems	enthusiasm/ passion/ motivated	creativity	Self-starting/ Innitiative	inquisitive	flexible	multi-tasking	high standards of quality	work under pressure/ time control	Innovation	Integrity/ ethic	Accountability/ responsibility	positive approach/ attitude	interpersonal skills	persuasion/ negotiation skills	analytical and conceptual thinking	attention to details	conflict management skills	management/ business/ marketing skills
356																												
357			x				x																					
358	x			x	x		x																					
359					x		x																					
360					x		x																					
361			x		x		x																					
362					x		x																					
363					x																				x			
364					x		x																					
365					x		x																					
366			x		x																							
367		x	x		x																						x	
368				x	x												x											
369					x		x																					
370			x		x																						x	
371					x																				x			
372																									x			
373					x																				x			
374			x		x																							
375			x		x																				x			
376					x																						x	
377		x	x		x													x										
378					x		x																		x			
379					x																				x		x	
380																									x		x	
381					x																							
382		x			x		x			x																		
383		x	x		x		x																					
384										x																		
385					x		x																				x	
386			x		x																							
387									x	x																		
388							x																		x		x	
389			x		x																						x	
390			x		x					x																		
TOTAL	79	164	119	30	90	30	247	20	39	73	54	28	32	5	36	35	29	42	39	16	47	13	30	6	73	10	10	44

APÊNDICE C – Tradução dos termos pesquisados no IEEE Job Sites

Faz-se a tradução dos termos identificados do inglês para o português para melhor entendimento das análises e sua aplicação no método de planejamento, implementação e avaliação de ambientes tecno-pedagógicos.

communication skills	Habilidades de comunicação
collaborative / team work	Colaboração / trabalho em grupo
leadership/ delegate work	Liderança / delegar trabalho
willingness to travel	Disposição para viajar
inter-disciplinary	Interdisciplinaridade
solving problems	Resolução de problemas
analytical and conceptual thinking	Pensamento analítico e conceitual
enthusiasm/ passion/ motivated	Entusiasmo/ paixão/ motivação
Accountability/ responsibility	Responsabilidade
management/ business/ marketing skills	Habilidade em gestão / negócios / marketing
work under pressure/ time control	Trabalho sob pressão / gestão do tempo
work independently/ minimal supervision	Trabalho independente / mínima supervisão
innovative characteristics	Características para inovação
flexibility	Flexibilidade
multi-tasking	Multi tarefas
Self-starting/ Initiative	Iniciativa
global/ multicultural	Multicultural e global
hands-on attitude	Atitude "mão na massa"
interpersonal skills	Habilidades interpessoais
high standards of quality	Altos padrões de qualidade
creativity	Criatividade
take direction	Receber direcionamentos
Integrity/ ethic	Integridade / ética
positive approach/ attitude	Atitude positiva
attention to details	Atenção aos detalhes
conflict management skills	Habilidade de gestão de conflitos
persuasion/ negotiation skills	Habilidades de persuasão / negociação
inquisitive	Curiosidade

APÊNDICE D – Questionário aplicado na disciplina 030-3410 (1º semestre de 2014)

030-3410 – Desenvolvimento Integrado de Produtos

Questionário

Avaliação das estruturas e espaços de desenvolvimento

Como você avalia as estruturas e espaços disponibilizados para a disciplina? Avalie quanto a adequação dos espaços (sendo 0 para não utilizou, 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Espaço	Avaliação					
	0	1	2	3	4	5
Sala de aula	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sala de Projetos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Prototipagem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Eletrônica	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Avaliação das estratégias de ensino e aprendizagem

Como foram para você as estratégias de ensino e aprendizagem adotadas durante a disciplina? Avalie as variáveis (sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Estratégias de ensino e aprendizagem	Avaliação				
	1	2	3	4	5
Aulas expositivas	☐	☐	☐	☐	☐
Aprendizagem por projetos e problemas a partir de demandas reais	☐	☐	☐	☐	☐
Missões (<i>persona, user needs, benchmarking, ideation</i>)	☐	☐	☐	☐	☐
Ciclos de prototipagem (função crítica, <i>dark horse</i> , final)	☐	☐	☐	☐	☐
Trabalho em equipe multidisciplinar	☐	☐	☐	☐	☐
Assessoria presencial (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☐
Assessoria remota (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☐
Utilização de redes sociais (<i>Facebook</i>)	☐	☐	☐	☐	☐
Utilização de ambiente virtual de aprendizagem (<i>Moodle</i>)	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Avaliação do relacionamento com o cliente-parceiro

Como você avalia o relacionamento com o cliente-parceiro, demandante do desenvolvimento do produto? Avalie as variáveis (sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

Relacionamento com o cliente-parceiro	Avaliação				
	1	2	3	4	5
Clareza do <i>briefing</i>	☐	☐	☐	☐	☐
Acesso e disponibilidade (contato telefônico)	☐	☐	☐	☐	☐
Acesso e disponibilidade (reunião)	☐	☐	☐	☐	☐
Disponibilização de informações	☐	☐	☐	☐	☐
Engajamento do cliente com o projeto	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Percepção de desenvolvimento de competências

Qual a sua percepção sobre o grau das suas competências antes e depois da disciplina? Avalie o grau (sendo 1 para competência pouco desenvolvida e 5 para competência muito desenvolvida) e justifique. Uma escolha única por item para “Antes da disciplina” e outra para “Com a disciplina”.

Competências	Antes da disciplina					Com a disciplina				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Aptidão em comunicação oral	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pensamento crítico	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Predisposição para trabalhar em equipe	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Liderança	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Respeito as ideias e opiniões dos colegas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Espírito investigativo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Interpretação de dados	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Raciocínio lógico	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Resolução de problemas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Organização do tempo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gestão de recursos (dinheiro)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Iniciativa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Criatividade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Relação Competências vs Estratégias de ensino e aprendizagem

Como você considera que as estratégias de ensino e aprendizagem contribuem para o desenvolvimento das competências listadas abaixo?

Para cada competência, atribuir uma das seguintes notas para as estratégias:

- 1 – não contribui
- 2 – contribui muito pouco
- 3 – contribui pouco
- 4 – contribui
- 5 – contribui muito

5 – contribui muito

Competências	Estratégias de ensino e aprendizagem								
	Aulas expositivas	Aprendizagem por projetos	Missões	Ciclos de prototipagem	Trabalho em equipe multidisciplinar	Assessoria presencial	Assessoria remota	Utilização das redes sociais	Utilização de ambiente virtual de aprendizagem
Aptidão em comunicação oral									
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)									
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)									
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar									
Liderança									
Respeito as ideias e opiniões dos colegas									
Espírito investigativo									
Interpretação de dados									
Raciocínio lógico									
Resolução de problemas									
Organização do tempo									
Gestão de recursos (dinheiro)									
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos									
Iniciativa									
Criatividade									

Comentários

Auto percepção sobre desenvolvimento de produtos

Qual a sua auto avaliação antes e depois da disciplina sobre desenvolvimento de produtos? Avalie o grau (sendo 1 para discordo totalmente e 5 para concordo totalmente) e justifique. Uma escolha única por item para “Antes da disciplina” e outra para “Com a disciplina”.

Auto percepção	Antes da disciplina					Com a disciplina				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Tenho capacidade para desenvolver um produto, da necessidade do cliente ao protótipo final	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Tenho intenção de trabalhar com desenvolvimento de produtos na minha carreira	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

Recomendação

Em uma escala de 0 a 10, qual a chance de você recomendar a disciplina para um amigo ou colega, sendo 10 extremamente provável e 0 nada provável?

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Comentários

APÊNDICE E – Questionário aplicado na disciplina 030-3410 (2º semestre de 2014)

Avaliação - Desenvolvimento Integrado de Produtos

*** 1. Aluno**

Curso

Semestre

*** 2. Avaliação das estruturas e espaços de desenvolvimento**

Como você avalia as estruturas e espaços disponibilizados para a disciplina? Avalie quanto a adequação dos espaços (sendo 0 - não utilizou, 1 - totalmente inadequado e 5 - totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

	0	1	2	3	4	5
Sala de aula	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Sala de Projetos	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Prototipagem	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Inovalab – Oficina de Eletrônica	☐	☐	☐	☐	☐	☐

*** 3. Avaliação das estratégias de ensino e aprendizagem**

Como foram para você as estratégias de ensino e aprendizagem adotadas durante a disciplina? Avalie as variáveis (sendo 1 - totalmente inadequado e 5 - totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

	1	2	3	4	5
Aulas expositivas	☐	☐	☐	☐	☐
Aprendizagem por projetos e problemas a partir de demandas reais	☐	☐	☐	☐	☐
Missões (persona, user needs, benchmarking, ideation)	☐	☐	☐	☐	☐
Ciclos de prototipagem (função crítica, dark horse, final)	☐	☐	☐	☐	☐
Trabalho em equipe multidisciplinar	☐	☐	☐	☐	☐
Assessoria presencial (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☐
Assessoria remota (professores e monitores)	☐	☐	☐	☐	☐
Interação pelas redes sociais (Facebook)	☐	☐	☐	☐	☐
Disponibilização de materiais e uploads de missões no AVA	☐	☐	☐	☐	☐

*** 4. Avaliação do relacionamento com o cliente-parceiro**

Como você avalia o relacionamento com o cliente-parceiro, demandante do desenvolvimento do produto? Avalie as variáveis (sendo 1 para totalmente inadequado e 5 para totalmente adequado) e justifique. Escolha única por item.

	1	2	3	4	5
Clareza do briefing	☐	☐	☐	☐	☐
Acesso e disponibilidade (contato telefônico)	☐	☐	☐	☐	☐
Acesso e disponibilidade (reunião)	☐	☐	☐	☐	☐
Disponibilização de informações	☐	☐	☐	☐	☐
Engajamento do cliente com o projeto	☐	☐	☐	☐	☐

Próx.

Ativados pela **SurveyMonkey**
Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!

Avaliação - Desenvolvimento Integrado de Produtos

Percepção de competências

* 5. Percepção de desenvolvimento de competências

Qual a sua percepção sobre o grau das suas competências antes e depois da disciplina? Avalie o grau (sendo 1 para competência pouco desenvolvida e 5 para competência muito desenvolvida) e justifique. Uma escolha única por item para "Antes da disciplina" e outra para "Com a disciplina".

	Antes da disciplina	Com a disciplina
Aptidão em comunicação oral	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Pensamento crítico	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Predisposição para trabalhar em equipe	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Liderança	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Respeito as ideias e opiniões dos colegas	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Espírito investigativo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Interpretação de dados	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Raciocínio lógico	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Resolução de problemas	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Organização do tempo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Gestão de recursos (dinheiro)	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Iniciativa	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Criatividade	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Anter.

Próx.

Ativados pelo **SurveyMonkey**
Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!

Avaliação - Desenvolvimento Integrado de Produtos

Competências e estratégias de ensino e aprendizagem

*** 6. Relação Competências vs Estratégias de ensino e aprendizagem**

Como você considera que as estratégias de ensino e aprendizagem contribuem para o desenvolvimento das competências listadas abaixo? Para cada competência, atribuir uma das seguintes notas para as estratégias:

1 – não contribui

2 – contribui muito pouco

3 – contribui pouco

4 – contribui

5 – contribui muito

	Aulas expositivas	Aprendizagem por projetos	Missões	Ciclos de prototipagem	Trabalho em equipe multidisciplinar	Assessoria presencial	Assessoria remota	Interação pelas redes sociais	Disponibilização de materiais e uploads de missões no AVA
Aptidão em comunicação oral	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aptidão em comunicação escrita (textos, gráficos, esquemas)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Aptidão em desenvolvimento de apresentações (capacidade de síntese, recursos áudio-visuais, recursos tangíveis para expressar ideias)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Pensamento crítico	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Predisposição para trabalhar em equipe	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Predisposição para trabalhar em equipe interdisciplinar	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Liderança	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Respeito as ideias e opiniões dos colegas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Espírito investigativo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Interpretação de dados	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Raciocínio lógico	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Resolução de problemas	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Organização do tempo	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gestão de recursos (dinheiro)	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Engajamento e responsabilidade frente a compromissos assumidos	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Iniciativa	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Criatividade	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

Anter.

Próx.

Ativados pela **SurveyMonkey**
Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!

Avaliação - Desenvolvimento Integrado de Produtos

Auto percepção e Recomendação

* 7. Auto percepção sobre desenvolvimento de produtos

Qual a sua auto avaliação antes e depois da disciplina sobre desenvolvimento de produtos? Avalie o grau (sendo 1 - discordo totalmente, 2 - discordo parcialmente, 3 – indiferente, 4 – concordo parcialmente e 5 - concordo totalmente) e justifique. Uma escolha única por item para "Antes da disciplina" e outra para "Com a disciplina".

	Antes da disciplina	Com a disciplina
Tenho capacidade para desenvolver um produto, da necessidade do cliente ao protótipo final	☐	☐
Tenho intenção de trabalhar com desenvolvimento de produtos na minha carreira	☐	☐

* 8. Recomendação

Em uma escala de 0 a 10, qual a chance de você recomendar a disciplina para um amigo ou colega, sendo 10 extremamente provável e 0 nada provável?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

9. Comentários, observações, sugestões

[Anter.](#) [Concluído](#)

Ativados pela **SurveyMonkey**
Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!